

University of Groningen

## Metacognitieve Training in het Basisonderwijs

Jacobse, A.E.

**IMPORTANT NOTE:** You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

*Document Version*

Publisher's PDF, also known as Version of record

*Publication date:*

2009

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

*Citation for published version (APA):*

Jacobse, A. E. (2009). *Metacognitieve Training in het Basisonderwijs*. s.n.

### Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

### Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Vormgeving van  
leerprocessen

77

# Metacognitieve Training in het Basisonderwijs

*Effecten van metacognitieve instructie en computerondersteuning op  
probleemoplossen en metacognitieve vaardigheid bij rekenen in groep 6 en 7*

Annemieke Jacobse

# **Metacognitieve Training in het Basisonderwijs**

*Effecten van metacognitieve instructie en computerondersteuning  
op probleemoplossen en metacognitieve vaardigheid bij rekenen  
in groep 6 en 7*

A.E. Jacobse

CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Jacobse, A.E.

Effecten van metacognitieve instructie en computerondersteuning op probleemoplossen en metacognitieve vaardigheid bij rekenen in groep 6 en 7

A.E. Jacobse 2009, GION: Gronings Instituut voor Onderzoek van Onderwijs.

ISBN 978-90-6690-506-1

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

Uitgave:

GION/RuG

Grote Rozenstraat 3, 9712 TG Groningen

Telefoon: 050-3636631

a.e.jacobse@rug.nl

Copyright © GION/RuG, 2009

*Dit onderzoek is gefinancierd uit het budget dat het ministerie van OCW jaarlijks beschikbaar stelt aan de LPC ten behoeve van Kortlopend Onderwijsonderzoek dat uitgevoerd wordt op verzoek van het onderwijsveld.*

# Inhoud

Voorwoord	5
1 Inleiding	7
1.1 Aanleiding	7
1.2 Onderzoeksvragen	8
1.3 Leeswijzer	9
2 Onderzoeken naar metacognitieve training	11
3 Keuze van een metacognitieve training	15
3.1 De Takentrap	15
3.2 Gebruik van de Takentrap bij instructie in de klas	18
3.3 Gebruik van de Takentrap in een computerprogramma met toepassingsopgaven	19
3.4 Leerkrachttraining	24
4 Onderzoeksopzet	29
4.1 Design	30
4.2 Meetinstrumenten	32
5 Resultaten	37
5.1 Effecten van het computerprogramma met metacognitieve hints (onderzoeker begeleidt)	37
5.2 Effecten van metacognitieve instructie in de klas (onderzoekers voeren uit)	39
5.3 Effecten van training met metacognitieve instructie in de klas en oefening met het computerprogramma met metacognitieve hints (onderzoekers en leerkrachten voeren uit)	42
6 Conclusie en discussie	49
Referenties	55
Bijlage 1 Observatieschema Metacognitieve Instructie	59
Bijlage 2 Logboekformulier	61



# Voorwoord

Dit is het verslag van een onderzoek naar de effecten van een training in metacognitieve vaardigheden op het probleemoplossen van leerlingen in groep 6 en 7 van de basisschool. Er is onderzocht hoe de metacognitieve aanpak van leerlingen kan worden gestimuleerd met behulp van instructie in de klas en een computerprogramma met metacognitieve hints. Hierbij werd specifiek aandacht besteed aan het oriënteren op een taak, het maken van een plan, evalueren van het antwoord en reflecteren op het leerproces volgens de stappen van een metacognitieve systematiek genaamd “de Takentrap”.

Het onderzoek is uitgevoerd in het kader van mijn promotieonderzoek bij de Rijksuniversiteit Groningen en voor een deel gefinancierd uit het budget dat het ministerie van Onderwijs Cultuur en Wetenschap jaarlijks beschikbaar stelt aan de landelijke Pedagogische Centra (VLPC) voor de uitvoering van Kortlopend Onderwijsonderzoek op verzoek van het onderwijsveld. Dit onderzoeksproject is uitgevoerd binnen de onderzoekslijn ‘Vormgeving van leerprocessen’ van het programma 2008/2009.

Voor het goede verloop van het onderzoek wil ik de docenten van groep 6 en 7 en de directie van de scholen danken voor hun inzet en tijd en alle leerlingen voor hun enthousiaste medewerking aan de toetsen en de trainingslessen. Daarnaast wil ik Rianne Bakker, Geerte Damman, Linda Holt, Anneke Hylkema, Jasmijn Oude Oosterik, Maartje Oudbier, Henriette Pauwels, IJje-Jan Teertstra en Annemarie van Tilburg bedanken voor hun hulp bij het uitvoeren van de training en het verzamelen van data. Egbert Harskamp bedank ik voor het meedenken bij de opzet en verwerking van het onderzoek. Met behulp van al deze mensen is prettig samengewerkt aan het ondersteunen van metacognitieve leerprocessen.

Annemieke E. Jacobse MSc. (projectleider)

Groningen, augustus 2009





# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Op dit moment is er in het onderwijs in Nederland en in vele andere Europese landen een trend vast te stellen waarbij zelfregulerend leren in toenemende mate als een belangrijk aspect van leren en instructie wordt gezien (Blok et al., 2006). Zelfregulatie wordt gedefinieerd als het zelfstandig vormgeven van gedachten, gevoelens en activiteiten om academische doelen te behalen (Schunk & Zimmerman, 1994) en omvat zowel sturing van het leergedrag als gebruik van cognitieve strategieën en de inzet van metacognitieve vaardigheden waarmee de leerling het leren bewust aanstuurt (Leutner, Leopold & Den Elzen-Rump, 2007; Pintrich, 2000). Metacognitieve vaardigheden behelzen procedurele kennis die leerlingen in staat stelt hun leeractiviteiten te reguleren (Brown & DeLoache, 1978). Hierdoor kunnen leerlingen hun leren reguleren door zich bijvoorbeeld te oriënteren op een taak, door een plan te maken of door evalueren en reflecteren bij het uitvoeren een taak (Zimmerman, 2008). Metacognitieve vaardigheden spelen derhalve een belangrijke rol bij zelfregulerend leren en onderzoekers zijn het er over het algemeen over eens dat ze van grote invloed kunnen zijn voor stimulatie van leerprestaties, zelfs onafhankelijk van intelligentie (Helms-Lorenz & Jacobse, 2008; Van der Stel & Veenman, 2008; Veenman, Kok & Blöte, 2005).

Leerlingen lijken met name veel te hebben aan stimulatie van metacognitieve vaardigheden in conceptueel rijke domeinen zoals scheikunde en rekenen/wiskunde (Azevedo, 2005; Dignath & Buttner, 2008). Bij rekenen in de bovenbouw van de basisschool wordt vaak gebruik gemaakt van toepassingsopgaven. Met behulp van toepassingsopgaven leren leerlingen hun rekenvaardigheden toe te passen in verschillende contexten. Veel leerlingen ondervinden problemen bij het oplossen van dergelijke taken. Ze lopen bijvoorbeeld vast bij het oriënteren op een taak of bij het selecteren van juiste informatie en missen veelal de metacognitieve vaardigheden om zichzelf hierbij te reguleren (Verschaffel et al., 1999). Hoewel sommige moeilijkheden deels kunnen voorkomen uit een gebrek aan rekenkundig kennis, concluderen veel onderzoekers dat een groot deel van de problemen bij probleemoplossen

bij rekenen ontstaan door een gebrek aan metacognitieve vaardigheden (Hegarty, Mayer & Monk, 1995; Schoenfeld, 1992; Verschaffel et al., 1999).

Hoewel metacognitive vaardigheden dus van groot belang zijn voor het oplossen van rekenopgaven, wordt er in de onderwijspraktijk doorgaans niet veel aandacht aan besteed. Zo wordt er in de opleiding tot leraar basisonderwijs, bij instructie in de klas en in rekenmethodes uitgebreid aandacht besteed aan het geven van instructie in rekentechniek, maar blijkt er weinig te worden geïnvesteerd in strategie-instructie of gesprekken over de procedurele aanpak van taken (Inspectie van het Onderwijs, 2008). Hieruit kan worden afgeleid dat er behoefte is aan een werkwijze waarmee leerkrachten op een relatief eenvoudige wijze de metacognitieve vaardigheden van leerlingen kunnen ondersteunen. In deze studie wordt allereerst gekeken naar de resultaten van eerdere studies die getracht hebben een dergelijke werkwijze te ontwikkelen voor rekenonderwijs op de basisschool. Aan de hand van kenmerken van effectieve interventies wordt vervolgens de ontwikkeling van een nieuwe metacognitieve training besproken. Tot slot wordt ingegaan op het onderzoek dat met de training is gedaan. Er is nagegaan welk effect de training heeft op probleemoplossen bij rekenen.

## **1.2 Onderzoeksvragen**

De hoofdvraag van dit onderzoek is:

1. Heeft implementatie van metacognitieve training effect op probleemoplossingsvaardigheid bij rekenen van leerlingen in de bovenbouw van de basisschool?

De hoofdvraag is uitgewerkt in drie onderzoeksvragen:

- 1a. Heeft implementatie van een computerprogramma met metacognitieve hints effect op de metacognitieve vaardigheid en probleemoplossingsvaardigheid bij rekenen van leerlingen in de bovenbouw van de basisschool?
- 1b. Heeft implementatie van metacognitieve instructie in de klas effect op de metacognitieve vaardigheid en probleemoplossingsvaardigheid bij rekenen van leerlingen in de bovenbouw van de basisschool?
- 1c. Heeft implementatie van zowel metacognitieve instructie in de klas als een computerprogramma met metacognitieve hints effect op de metacognitieve vaardigheid en probleemoplossingsvaardigheid bij rekenen van leerlingen in de bovenbouw van de basisschool?

### **1.3 Leeswijzer**

Om deze vragen te kunnen beantwoorden wordt in hoofdstuk 2 allereerst beschreven wat er uit de onderzoeksliteratuur bekend is over metacognitieve trainingen. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 het metacognitieve trainingsprogramma van dit onderzoek toegelicht. In hoofdstuk 4 wordt beschreven hoe het onderzoek is opgezet en in hoofdstuk 5 worden de resultaten voor elke deelvraag besproken. Tot slot volgt in hoofdstuk 6 het conclusiehoofdstuk waarin de onderzoeksvragen worden beantwoord en enkele discussiepunten en aanwijzingen voor toekomstig onderzoek en de onderwijspraktijk worden gegeven.



## 2 Onderzoeken naar metacognitieve training

In de afgelopen jaren zijn er een behoorlijk aantal onderzoeken geweest naar werkwijzen waarmee metacognitieve vaardigheden kunnen worden getraind. Zulke onderzoeken hebben overwegend positieve effecten bewerkstelligd. Toch verschillen de onderzoeken, ook op het gebied van rekenonderwijs, in hun focus en aanpak. Er zijn verschillende onderzoeken die zich richten op één of een klein aantal metacognitieve vaardigheden. Desoete, Roeyers en de Clercq (2003) richtten zich bijvoorbeeld op de metacognitieve vaardigheden ‘voorspellen en evalueren’ bij hun training in groep 3 van de basisschool. Zij vonden dat training van deze vaardigheden effect had op metacognitieve vaardigheden, kennis en nabije transfer van probleemoplossingvaardigheden bij rekenen. In een ander onderzoek (Ashman & Conway, 1993) werd de training juist meer gericht op de metacognitieve vaardigheid ‘plannen’. De onderzoekers vonden dat leerlingen van verschillende leeftijden beter presteerden op rekenen en lezen na training van hun planningsvaardigheden. Fuchs et al. (2003) legden aan de andere kant meer de nadruk op ‘doelen stellen’ en ‘inzicht in eigen kunnen’ als metacognitieve elementen bij instructie gericht op transfer van rekenvaardigheden. Uit dit onderzoek blijkt dat instructie over doelen stellen en zelfevaluatie effecten van de transfer-instructie op prestaties aanzienlijk versterkt.

Naast onderzoeken met een vrij specifieke focus, zijn er ook veel onderzoeken waarbij trainingen worden ingezet te bevordering van een breder scala aan metacognitieve vaardigheden. Het trainen van een totaalaanpak van begin tot eind van een taak wordt op dit moment gezien als een van de kenmerken van succesvolle training (Azevedo, 2007). Hohn en Frey (2002) boden basisschoolleerlingen bijvoorbeeld een heuristische strategie aan met metacognitieve vaardigheden over de fases van probleemdefiniëring, probleeminterpretatie, planning, uitvoer en monitoren. Leerlingen die deze metacognitieve instructie ontvingen, waren zowel op de korte als de lange termijn effectiever in het probleemoplossen dan leerlingen die reguliere instructie ontvingen. Het onderzoek van Verschaffel et al. (1999) maakte ook gebruik van heuristische strategieën bij instructie van toepassingsopgaven. Deze strategieën werden ingebed in een algemene metacognitieve structuur. De resultaten tonen aan dat dit een positief effect had op de prestaties van de leerlingen. Ook de IMPROVE methode (Mevarech & Kramarski, 1997) waarbij basisschoolleerlingen leren zichzelf metacognitieve vragen te stellen heeft in de loop der jaren positieve effecten bewerkstelligd op rekenprestaties en inzicht in probleemoplossen van kinderen in de

basisschoolleeftijd (zie bijvoorbeeld Kramarski et al., 2002; Mevarech & Amrany, 2008; Mevarech & Kramarski, 2003).

Naast onderzoeken waarbij een leerkracht metacognitieve instructie geeft, is stimulatie van metacognitieve vaardigheden met behulp van computeromgevingen ook sterk in opkomst. Zulke computerprogramma's kunnen op verschillende manieren worden vormgegeven waarbij metacognitieve vaardigheden bijvoorbeeld kunnen worden ondersteund door virtuele agents, metacognitieve hints, metacognitieve vragen, hypermedia systemen enzovoorts. Harskamp & Suhre (2007) testten bijvoorbeeld de doeltreffendheid van een trainingsprogramma met metacognitieve en cognitieve aanwijzingen gebaseerd op de fases van probleemoplossen gedefinieerd door Schoenfeld. De leerlingen kregen in het computerprogramma hints aangeboden die ze konden gebruiken naar eigen inzicht. De leerlingen die het programma met metacognitive hints gebruikten presteerden beter dan de leerlingen in de controlegroep die het programma zonder hints gebruikten. Er werd ook een verband gevonden tussen het hintgebruik en prestaties op de natoets. In een andere studie door Pol, Harskamp, Suhre en Goedhart (2009) kregen leerlingen hints over de episodes van analyseren, onderzoeken, plannen, uitvoeren en verifiëren in een web-based computerprogramma voor scheikunde. De hints waren gericht op de metacognitieve procedures evenals de cognitieve inhoud van de taak. De studie toonde aan dat de leerlingen die metacognitieve hints kregen verbeterden in hun systematisch gebruik van de hints terwijl het systematische hintgebruik samenhang met beter probleemoplossingsgedrag. Er werd dus niet alleen een oefeneffect van het uitvoeren van de taken in het computerprogramma gevonden, maar ook een effect van het werken met de metacognitieve hints in het programma. Verscheidene andere studies dragen bij aan de veronderstelling dat de metacognitive steun in computer omgevingen een positief effect op de prestaties van leerlingen van diverse leeftijdsgroepen kan hebben (Azevedo, Greene & Moos, 2007; Bannert, 2006, Bannert, Hildebrand & Mengelkamp, 2008; Clark & Mayer, 2008; Kramarski & Gutman, 2006, Mathan & Koedinger, 2005; Teong, 2003, Zion, Michalsky & Mevarech, 2005). Toch stimuleren niet alle metacognitive hulpmiddelen in computeromgevingen leerprestaties van leerlingen (vergelijk Graesser et al., 2007). Het blijkt dat de metacognitieve hints niet te complex moeten zijn zodat cognitieve overbelasting wordt vermeden (Schraw, 2007). Andere kenmerken van effectieve training van metacognitieve vaardigheden in computeromgevingen zijn (Azevedo, 2007):

- De metacognitive structuur moet leerlingen een mate van keuzevrijheid laten in hun instructionele beslissingen – Leerlingen moeten leren hun eigen beslissingen te maken ten aanzien van hun leren. Ze moeten bijvoorbeeld een mate van

keuzevrijheid hebben bij het gebruiken van metacognitieve hints/ ondersteuning zoals in het onderzoek van Harskamp & Suhre (2007) en Pol et al. (2009).

- Leerlingen moeten zelf kunnen kiezen uit contextuele ondersteuning - Als er taken worden aangeboden is het goed als leerlingen zelf met behulp van verschillende bronnen naar een oplossing kunnen zoeken.
- De metacognitieve structuur moet de zelfregulatieve processen van leerlingen ondersteunen – De hints/ ondersteuning in het computerprogramma moeten cognitieve, metacognitieve en/of zelfregulatieve processen van de leerlingen ondersteunen. Dit zou bijvoorbeeld kunnen door gebruik te maken van metacognitieve aanwijzingen in de structuur van episodes van (cognitief) probleemoplossen zoals in het onderzoek van Teong (2003).
- De metacognitieve structuur moet domeinspecifieke vaardigheden van leerlingen stimuleren. - De metacognitieve ondersteuning moet worden ingebed in de cognitieve inhoud van het vakgebied (Veenman, van Hout-Wolters & Afflerbach, 2006).
- Er moet externe hulp bij het leren worden geboden – Er kan bijvoorbeeld metacognitieve ondersteuning worden geboden door een menselijke tutor (vergelijk Azevedo et al., 2007).
- De metacognitieve structuur moet metacognitieve vaardigheden voor- tijdens- en na het probleemoplossen stimuleren – Dit pleit voor training van metacognitieve vaardigheden voor het hele probleemoplossingsproces en niet slechts van deelvaardigheden.

Naast deze vereisten die geformuleerd zijn voor metacognitieve ondersteuning in computeromgevingen, worden in de meta-analyse van Dignath, Buttner & Langveldt (2008) verschillende algemene succesfactoren voor trainingsprogramma's gericht op zelfregulatie gedefinieerd die hier deels mee overeenkomen (vergelijk Veenman et al., 2006). Een aantal belangrijke factoren zijn:

- Dat bij instructie zowel aandacht wordt besteed aan cognitieve strategieën als aan metacognitieve strategieën en motivatie – Deze drie factoren moeten alle drie aan bod komen om zelfregulatie van leerlingen te bevorderen
- Dat er aandacht wordt besteed aan planning – Leerlingen moeten leren doelen te stellen voor hun leren en na te denken over hun werkwijze.
- Dat leerlingen leren hoe en waarom ze bepaalde strategieën moeten gebruiken – Hierdoor blijven leerlingen gemotiveerd en zullen ze in staat zijn om zelf de juiste beslissingen ten aanzien van inzet van strategieën te maken.

- Dat er aandacht is voor feedback en controleren van eigen aanpak – Reflecteren op eigen werk is een belangrijk onderdeel van het kunnen aansturen van het eigen leerproces

Als zowel in instructie in de klas als bij metacognitieve ondersteuning in een computeromgeving rekening wordt gehouden met bovenstaande factoren, is de kans aanzienlijk dat de metacognitieve training effect zal hebben op probleemoplossinggedrag en prestaties van leerlingen. Echter, een ander facet dat Dignath en Buttner (2008) noemen is dat trainingen met name succesvol zijn als ze worden geïmplementeerd door onderzoekers en minder als ze door leerkrachten worden uitgevoerd. Het is dus aannemelijk dat de manier van lesgeven een sterk effect heeft op effecten van metacognitieve training. Dit benadrukt tevens het belang van goede instructie en begeleiding van leerkrachten bij het implementeren van metacognitieve interventies.



## 3      **Keuze van een metacognitieve training**

### 3.1      **De Takentrap**

Afgaande op de resultaten van eerdergenoemde onderzoeken is ervoor gekozen om in deze studie metacognitieve vaardigheden van de leerlingen te trainen met behulp van zowel instructie in de klas als metacognitieve ondersteuning met behulp van een computerprogramma. Deze twee componenten aan de training worden duidelijk aan elkaar verbonden door bij beiden de metacognitieve vaardigheden consequent aan te bieden volgens een vaste aanpak. De aanpak is vormgegeven door gebruik te maken van een aangepaste versie van de Takentrap-materialen (Jacobse, 2007). De Takentrap (zie afbeelding 1) biedt een systematische aanpak waarbij leerlingen leren verschillende metacognitieve activiteiten uit te voeren over verschillende fases van probleemoplossen. De Takentrap bestaat uit de stappen ‘Ik lees heel goed’ (oriëntatie), ‘Ik maak een plan’ (planning), ‘Ik check mijn antwoord’ (evaluatie) en ‘Wat leer ik ervan?’ (reflectie). De instructiematerialen en het computerprogramma van de Takentrap worden op dit moment gebruikt voor onderzoek en zijn nog niet vrij verkrijgbaar voor de praktijk. Wel kan informatie worden aangevraagd via de auteur.

Teruggrijpend op de succesfactoren voor metacognitieve training die in de vorige paragraaf zijn behandeld komen de aspecten bekend uit de onderzoeksliteratuur op de volgende manier terug in de Takentrap- training:

- Bij instructie wordt zowel aandacht wordt besteed aan cognitieve strategieën als aan metacognitieve strategieën en motivatie – Zoals gezegd wordt er in het onderwijs over het algemeen voldoende aandacht besteed aan motivatie en cognitie (bij rekenen: instructie over rekenkundige bewerkingen). Door een metacognitief aspect aan de instructie toe te voegen worden alle drie de aspecten belicht. Bovendien worden metacognitieve vaardigheden in de training helder gelinkt aan cognitieve aanpak en is er ook aandacht voor gesprekken met leerlingen ter motivatie.
- Er moet aandacht worden besteed aan planning – Bij instructie aan de hand van de tweede stap van de takentrap ‘Ik maak een plan’ wordt leerlingen geleerd hoe ze kunnen nadenken over een geschikt plan voor verschillende taken.
- Leerlingen moeten leren hoe en waarom ze bepaalde strategieën moeten gebruiken – Aan de hand van het rijmpje onderaan de Takentrap “Als je taken rustig en in

stapjes doet, weet je beter hoe het moet” wordt met de leerlingen gesproken over het nut van het toepassen van metacognitieve vaardigheden. Bij de klassikale instructie en oefening met het computerprogramma leren de leerlingen hoe ze de vaardigheden concreet kunnen inzetten bij verschillende soorten rekenopgaven.

- Er is aandacht voor feedback en het controleren van eigen aanpak – Aan de hand van de stappen ‘Ik controleer mijn antwoord’ en ‘Wat leer ik ervan’ leren leerlingen hun antwoorden te controleren voor ze verder gaan en in breder perspectief na te denken over wat ze van een taak kunnen leren.
- De metacognitive structuur in het computerprogramma moet leerlingen een mate van keuzevrijheid laten in hun instructionele beslissingen – In het Takentrap computerprogramma kunnen leerlingen zelf kiezen of- en welke metacognitieve hints ze aanklikken. Zo leren ze zelf na te denken over welke strategieën zij voor specifieke opgaven nodig hebben.
- Leerlingen moeten in het computerprogramma zelf kunnen kiezen uit contextuele ondersteuning – De contextuele ondersteuning is verweven met de metacognitieve hints die ze zelf kunnen aanklikken.
- De metacognitieve structuur in het computerprogramma moet de zelfregulatieve processen van leerlingen ondersteunen – Zowel het metacognitieve als het cognitieve aspect komen aan bod in de hints waarbij metacognitieve aanwijzingen worden gekoppeld worden aan cognitieve inhoud.
- De metacognitieve structuur moet domeinspecifieke vaardigheden van leerlingen stimuleren. – De metacognitieve hints in het computerprogramma zijn voor elke opgave verschillend en specifiek toegespitst op de domeinspecifieke inhoud van de opgave. Hoewel de stappen op de Takentrap algemeen zijn verwoord wordt ook bij de instructie in de klas sterk de nadruk gelegd op concrete manieren om de metacognitieve vaardigheden toe te passen bij verschillende rekenopgaven.
- Er moet externe hulp bij het leren worden geboden – Tijdens de lessen met de Takentrap speelt de leerkracht een grote rol in het modelleren en stimuleren van gebruik van de metacognitieve vaardigheden. Bij het computerprogramma is geen specifieke externe hulp betrokken hoewel de leerkracht uiteraard wel oplet hoe het gaat en de leerlingen stimuleert na te denken over hun hintgebruik.
- De metacognitieve structuur moet metacognitieve vaardigheden voor- tijdens- en na het probleemoplossen stimuleren – De Takentrap biedt een structuur voor alle fases van het probleemoplossen doordat er aandacht is voor zowel oriëntatie als planning, evaluatie en reflectie.

In de volgende subparagrafen volgt een uitgebreide beschrijving van de verschillende onderdelen van de training.

## De Takentrap



*Afbeelding 1. De Takentrap*

### 3.2 Gebruik van de Takentrap bij instructie in de klas

De Takentrap leent zich goed voor dagelijkse instructie bij het vak rekenen. De leerkracht kan de algemene metacognitieve principes toespitsen op de cognitieve inhoud van de les die op dat moment besproken dient te worden door de leerlingen hun aanpak over de verschillende fases te laten benoemen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een afbeelding van de Takentrap (op een poster of geprojecteerd op het digitale schoolbord) en de individuele afbeeldingen van de Takentrap die elke leerling krijgt (op A5 formaat) om de leerlingen te stimuleren tot metacognitieve regulatie. Bovendien worden leerkrachten er door de materialen aan herinnerd de leerlingen te ondersteunen in hun metacognitieve vaardigheden en niet slechts in hun cognitieve ontwikkeling.

Bij de eerste stap, ‘ik lees heel goed’, vindt een oriëntatie plaats op de opgave. Bij ‘rijtjessommen’ wordt bijvoorbeeld gekeken naar de grootte van de getallen en het soort bewerking. Ook wordt erop gelet of er regelmaat zit in de opeenvolgende sommen in één rijtje (bijvoorbeeld steeds het dubbele). Bij toepassingsopgaven of opgaven die vragen om een uitgebreidere bewerking, wordt de tekst goed gelezen en wordt er ook gelet op het gebruik van illustraties bij de opgave. Verder wordt er tijdens de eerste stap – indien nodig – een schematische tekening gemaakt van de opgave en wordt geparafraseerd wat er wordt gevraagd. Tot slot worden de getallen geselecteerd waarmee moet worden gerekend.

De tweede trede op de Takentrap is de stap ‘ik maak een plan’. Daarbij wordt besproken hoe de rekenopgave aangepakt kan worden. Er wordt bijvoorbeeld aandacht besteed aan het soort bewerking dat moet worden gekozen. Bij redactieopgaven is er dikwijls sprake van meerdere stappen die achtereenvolgens moeten worden uitgevoerd. Ook kan er bij deze tweede trede of stap een schatting van het antwoord worden gemaakt. Vervolgens wordt het plan uitgevoerd, oftewel de opgave wordt uitgerekend. Daarbij wijst de leerkracht de leerlingen er steeds op dat berekeningen netjes en overzichtelijk moeten worden opgeschreven om te voorkomen dat er slordige fouten worden gemaakt.

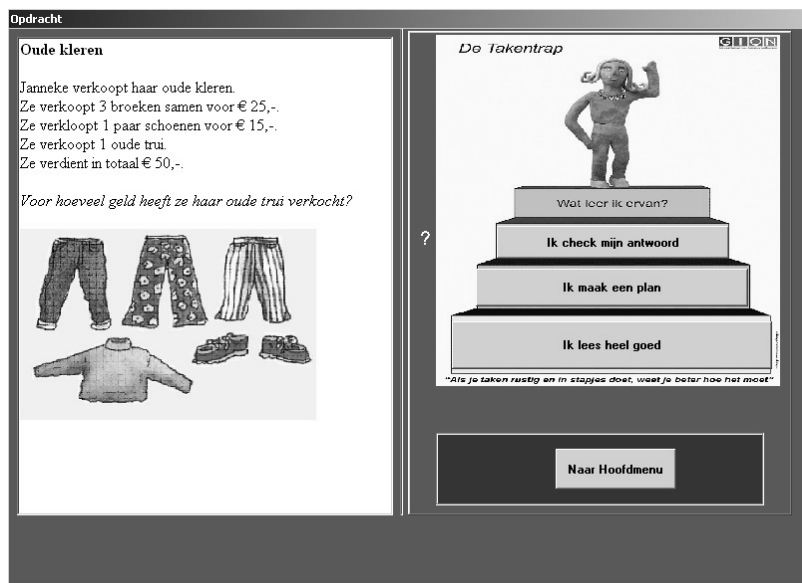
Bij ‘ik controleer mijn antwoord’ worden de berekening(en) en het antwoord nog eens nagekeken. Dit kan worden gedaan door het nalopen van de complete berekening of door het uitvoeren van de ‘omgekeerde bewerking’ (de uitkomst van een deelsom controleren door middel van een vermenigvuldiging). Ook wordt er teruggekeken naar de vraag om te controleren of hetgeen dat is uitgerekend daadwerkelijk

hetgeen is dat werd gevraagd. Verder kan het vooraf geschatte antwoord worden vergeleken met het gevonden antwoord.

De laatste stap ‘wat leer ik ervan’ wordt vooral aan het einde van de instructie besproken. Er wordt kort gereflecteerd op zowel cognitieve inhoud als de manier waarop de leerlingen hebben gewerkt met de intentie om iets te leren voor de volgende keer. Leerlingen kunnen de stap bij het zelfstandig werken ook bij verschillende opgaven toepassen, bijvoorbeeld als ze telkens dezelfde fout maken.

### 3.3 Gebruik van de Takentrap in een computerprogramma met toepassingsopgaven


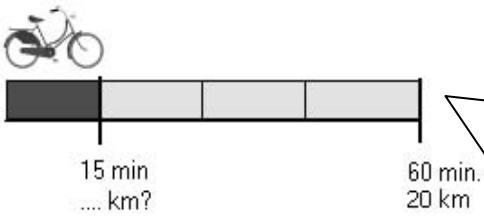
Aangezien recentelijk veel positieve resultaten zijn gerapporteerd van metacognitieve ondersteuning in computeromgevingen, is voor inoefening van de Takentrap-principes ook een computerprogramma ontwikkeld. Dit is een aangepaste versie van een computerprogramma dat in eerder onderzoek is gebruikt voor procedurele hints bij scheikunde onderwijs in het VO (Pol et al., 2005). In het programma is de scheikunde inhoud vervangen door toepassingsopgaven. Daarnaast zijn metacognitieve hints volgens de stappen van de Takentrap toegevoegd (zie afbeelding 2).



Afbeelding 2. Interface van een toepassingsopgave met de metacognitieve hints

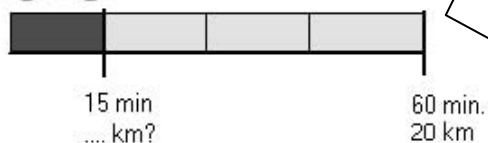
Binnen elke stap van de Takentrap zit een auditieve hint, waar mogelijk ondersteund door afbeeldingen, waarbij aanwijzingen over cognitieve inhoud worden gecombineerd met metacognitieve vragen. Door de hints grotendeels auditief vorm te geven ontstaat er een combinatie van geschreven tekst in de opgave en gesproken tekst in de hints. Doordat deze informatie via verschillende kanalen wordt verwerkt is het aannemelijk dat overbelasting van het werkgeheugen wordt vermeden (Clark, & Mayer, 2008). Hoewel de auditieve tekst bij de stap 'Ik maak een plan' soms vrij veel informatie bevat, maken pauzes tussen zinnen en de mogelijkheid om de hint meerdere malen te beluisteren het voor de leerlingen mogelijk om optimaal van de informatie te profiteren. Een voorbeeld van gesproken en geschreven inhoud van de hints staat weergegeven in tabel 1. Bij 'Ik maak een plan' worden twee mogelijke oplossingswijzen aangeboden zodat leerlingen de manier die ze zelf prettig vinden kunnen kiezen. De metacognitieve vragen zijn gericht op metacognitieve vaardigheden die in de klas bij de Takentrap instructie worden aangeboden (oriënteren op een taak, getallen selecteren, plan maken etc.).

Tabel 1. Voorbeeld van hints bij een toepassingsopgave in het Takentrap computerprogramma (gesproken tekst in tekstballon)

Toepassingsopgave
<p><b>Naar school...</b></p> <p>Anna moet een eindje fietsen naar school.  Ze fietst in 15 minuten van huis naar school.  Ze rijdt 20 km per uur.  Tussen de middag blijft ze op school.  Als ze 's middags weer thuis komt fietst ze niet meer.  Hoeveel km fietst Anna op een dag?</p> 
Ik lees heel goed
 <div data-bbox="689 1210 1165 1474"> <p>Heb je de opgave al goed gelezen?  Wat denk je, waar gaat het over? .....  Kijk maar naar de tekening, het gaat  over hoeveel kilometer Anna fietst als  ze naar school gaat en terug.  Heb jij al gevonden wat de vraag is?</p> </div>

## Ik maak een plan

### Plan met som



Ik ga nu een plan maken.  
Ik ga eerst uitrekenen hoeveel kilometer Anna fietst in 15 minuten. ...  
Kijk nog eens naar de tekening.  
Weet jij hoeveel kilometer dat is?... ...  
Ik lees in de opgave dat ze van huis naar school fietst en weer terug.  
Hoeveel kilometer fietst ze dan in totaal? ... ...  
Schrijf al je berekeningen netjes op en kijk goed naar de vraag in de opgave wat je moet antwoorden.

### Plan met tabel

Ik ga nu een plan maken.  
Ik ga eerst uitrekenen hoeveel kilometer Anna fietst in 15 minuten. ...  
Kijk nog eens naar de tekening.  
Anna fietst in 60 minuten 20 kilometer. ...  
Gebruik de tabel om uit te rekenen hoeveel kilometer ze in 15 minuten fietst. ... ...  
Ik lees in de opgave dat ze van huis naar school fietst en weer terug.  
Hoeveel kilometer fietst ze dan in totaal? ... ...  
Schrijf al je berekeningen netjes op en kijk

km	20	?		
minutes	60	15		

:4

### Ik check mijn antwoord

Vul je antwoord in met hele getallen:

.....



### Wat leer ik ervan?

Bedenk voor jezelf welke stap goed ging.

Welke stap kun je de volgende keer beter aanpakken?

- de opgave beter lezen
- de vraag beter lezen
- beter nadenken over wat de bedoeling is van de opgave
- een plan maken om te gaan rekenen
- aantekeningen maken in mijn schrift
- beter oppassen voor slordige rekenfouten
- het antwoord goed controleren
- bedenken wat ik ervan heb geleerd

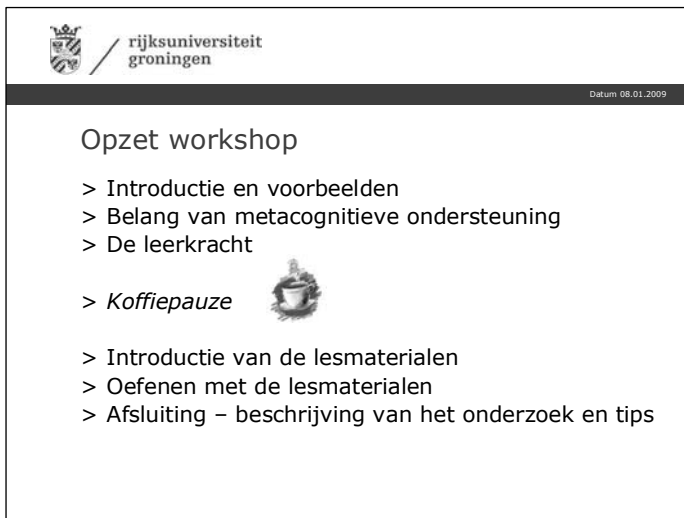
De hints in het Takentrap programma zijn van een systematisch karakter doordat ze overeenkomen met de structuur van de Takentrap. De leerlingen worden echter vrij gelaten om te kiezen of ze de hints gebruiken en in welke volgorde ze dit doen. Dat een mate van vrijheid om zelf instructionele beslissingen te maken effectief is bleek onder andere uit onderzoeken van Harskamp en Suhre (2007) en Pol et al. (2009). De grafische representaties die zijn toegevoegd bij 'Ik lees heel goed' en 'Ik maak een plan' zijn bijgevoegd om leerlingen te ondersteunen in het maken van correcte mentale modellen en om de cognitieve belasting te verlagen (vergelijk Harskamp & Suhre, 2007; Jitendra, 2002; Xin, Jitendra & Deatline-Buchman, 2005). Het computerprogramma bestaat in totaal uit 65 toepassingsopgaven met bijpassende hints. De opgaven zijn over het algemeen niet erg ingewikkeld qua rekentechnieken, maar vragen vooral om goede analyse van de opgave om tot probleemoplossing te komen. De opgaven bevatten vaak 'instinkers' of meerdere stappen waardoor leerlingen goede metacognitieve vaardigheden (of gebruik van de hints) nodig hebben om tot een oplossing te komen. Bij de opgave in tabel 1 zie je bijvoorbeeld dat het een goede oriëntatie vergt om op te merken dat je de terugweg ook mee moet rekenen en dat je van uren naar minuten om moet zetten.

### 3.4 Leerkrachttraining


Voor succesvolle implementatie van de metacognitieve training is het van groot belang dat leerkrachten de achtergronden van metacognitieve instructie begrijpen en getraind worden in juist gebruik in de dagelijkse lespraktijk. Hiervoor wordt op drie fronten ingezet: instructie vooraf, meekijken in de klas en observatie tijdens de lessen. Deze drie onderdelen van leerkrachttraining worden ingezet in het deelonderzoek waarbij leerkrachten metacognitieve instructie in de klas moeten geven.

#### 3.4.1 Instructie vooraf

De instructie vooraf vindt plaats door een c.a. twee uur durende workshop voor het hele schoolteam. Hierin wordt het belang van metacognitive ondersteuning toege-licht en wordt besproken wat de rol van de leerkracht is. Vervolgens worden de metacognitieve instructiematerialen (zowel in de klas als het computerprogramma) ge-introduceerd en wordt geoefend met het toepassen van de Takentrap bij rekenopga-ven of in het geval van de kleuterbouw bij een lesje of werkje (zie afbeelding 3).



The image shows a PowerPoint slide from the Rijksuniversiteit Groningen. The slide is titled 'Opzet workshop' and lists the following agenda items:

- > Introductie en voorbeelden
- > Belang van metacognitieve ondersteuning
- > De leerkracht
- > Koffiepauze 
- > Introductie van de lesmaterialen
- > Oefenen met de lesmaterialen
- > Afsluiting – beschrijving van het onderzoek en tips

The slide also features the logo of the Rijksuniversiteit Groningen in the top left corner and the date 'Datum 08.01.2009' in the top right corner.

Afbeelding 3. PowerPoint opzet workshop

Bij het onderdeel over de rol van de leerkracht wordt benadrukt dat de vaardigheden an sich niet nieuw zijn. Er worden voorbeelden gegeven over hoe metacognitieve vaardigheden in de praktijk worden vormgegeven in zowel onder-, midden- als bovenbouw en er wordt uitgelegd dat hoewel leerkrachten metacognitie onbewust vaak

al wel stimuleren, er gebrek is aan een eenduidige systematiek als aanknopingspunt voor zowel leerkrachten als leerlingen (zie afbeelding 4 en 5).

rijksuniversiteit  
 groningen

Datum 08.01.2009

### De rol van de leerkracht

- > Voorbeelden onderbouw:  
Vragen stellen over aanpak bij fantasespel, bij verhalen, bij een werkje etc.
- > Voorbeelden middenbouw:  
Veel nieuwe informatie; hoe ga je dit onthouden, hoe weet je wat belangrijk is etc.
- > Voorbeelden bovenbouw:  
aanpak bij verhaalsommen, begrijpend lezen, informatiebronnen bij geschiedenis etc.

*Afbeelding 4. PowerPoint rol van de leerkracht 1*

rijksuniversiteit  
 groningen

Datum 08.01.2009


### De rol van de leerkracht

- > Dus:  
Aandacht besteden aan metacognitieve vaardigheden gebeurt al maar er is gebrek aan een eenvoudige, systematische aanpak die leerkrachten houvast biedt.
- > Hoe sta je er zelf voor? (vragenlijstje)



*Afbeelding 5. PowerPoint rol van de leerkracht 2*

Vervolgens worden de Takentrap-materialen geïntroduceerd. Eerst worden de materialen die gebruikt worden in de klas besproken (afbeelding 6) en vervolgens het computerprogramma met metacognitieve hints (afbeelding 7).

rijksuniversiteit  
 groningen

Datum 08.01.2009


## Kenmerken Takentrap-methode

- > Eenvoudig
- > Stapsgewijs
- > Stappen kenmerkend voor probleemoplossen
- > Te gebruiken bij verschillende soorten opgaven
- > Biedt een vaste routine voor aanpakgedrag (en instructie!)

## Lesmaterialen

Grote poster; digitale versie (voor digitaal schoolbord);  
A5-versie voor elke leerling


Afbeelding 6. PowerPoint Takentrap

rijksuniversiteit  
 groningen

Datum 08.01.2009

## Takentrap- computerprogramma

- > Extra oefening met zowel rekenen als de metacognitieve stappen
- > Auditieve hints met plaatjes
- > Informatie wordt per leerling opgeslagen



Afbeelding 7. PowerPoint Takentrap- computerprogramma

Bij de uitleg over de Takentrap-materialen wordt uitgebreid besproken hoe leerkrachten er mee kunnen werken. Hiervoor worden tevens twee instructievideo's getoond van de onderzoeker die in de praktijk een rekenles geeft met de Takentrap-materialen. Tot slot oefenen de leerkrachten zelf met het ontwerpen van een lesje met aandacht voor metacognitieve vaardigheden en wordt dit nabesproken.

### **3.4.2 Meekijken in de klas**

Tijdens het onderzoek worden de eerste lessen met de metacognitieve materialen gegeven door onderzoekers en onderzoeksassistenten. Leerkrachten worden ten minste voor de rekenlessen van één dag per week vrij geroosterd om in de praktijk te observeren hoe de onderzoekers en leerlingen met de materialen werken en dit na te bespreken met de onderzoeker.

### **3.4.3 Observatie tijdens de lessen**

Op het moment dat de groepsleerkrachten de lessen overnemen, worden zij geobserveerd door onderzoeksassistenten met behulp van een voor dit onderzoek ontwikkeld observatieschema (zie bijlage I). Hierbij wordt gelet op algemene instructievaardigheden zoals voorkennis ophalen, doel van de les aangeven en positieve feedback geven. Daarnaast wordt bij de trainingsgroep gelet op in welke mate de metacognitieve vaardigheden van de leerlingen worden gestimuleerd door de leerkracht. Bij de controlegroep wordt er notitie gemaakt van de vraag of de observator het idee heeft dat het handelen van de leerkracht is beïnvloed door het experiment. Aan het eind van de les worden opvallende punten en verbeterpunten met de leerkracht doorgenomen. Deze observaties zijn tevens gebruikt als meetinstrument (zie § 4.3.3)

#### *Samenvattend*

Samenvattend kan worden gezegd dat zowel de instructiematerialen van de Takentrap als het metacognitieve computerprogramma lijken te voldoen aan veel succesfactoren voor metacognitieve training. In de komende hoofdstukken zal worden ingegaan op de effecten van het werken met deze beide onderdelen van de training, zowel losstaand als gecombineerd toegepast. Bovendien zal worden beschouwd in welke mate leerkrachten na de leerkrachtraining de effecten van de metacognitieve training weten vast te houden.



## 4 Onderzoeksopzet

Om de vraag te beantwoorden of - en tevens welk onderdeel van - de training effect heeft op rekenprestaties wordt het onderzoek op de uitkomsten van 3 deelstudies gebaseerd corresponderend met de 3 onderzoeksvragen (zie hst 1). In tabel 2 wordt een schematisch overzicht gegeven van de 3 onderdelen. Een meer uitgebreide beschrijving van het design per onderdeel en de verschillende meetinstrumenten volgen in § 4.1 en § 4.2.

*Tabel 2. Overzicht van design onderzoek naar metacognitieve training met drie deelstudies.*

Deel-studie	Groep	Training	Controleconditie	Wie	Meetinstrumenten
1	7	Computer-programma met metacognitieve hints naast reguliere rekenlessen (2 weken)	Reguliere lessen, geen computer-programma	Leerlingen zelfstandig onder begeleiding van onderzoeker	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rekenen voortoets</li> <li>• Rekenen natoets</li> <li>• Logfiles computer-programma</li> <li>• Metacognitieve vaardigheden</li> </ul>
2	7	Metacognitieve instructie in de klas (6 weken)	Reguliere lessen	Onderzoeker / onderzoeks-assistenten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intelligentietest</li> <li>• Rekenen voortoets</li> <li>• Rekenen tussentoets</li> <li>• Rekenen natoets</li> <li>• Metacognitieve vaardigheden</li> </ul>
3	6 / 7	Combinatie van metacognitieve instructie in de klas en computer-programma met metacognitieve hints (6 weken)	Reguliere lessen en computer-programma zonder hints	Eerste 3 weken onderzoeker / onderzoeksassistent en, dan leerkrachten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intelligentietest</li> <li>• Rekenen voortoets</li> <li>• Rekenen tussentoets</li> <li>• Rekenen natoets</li> <li>• Logfiles computer-programma</li> <li>• Metacognitieve vaardigheden</li> </ul>

## 4.1 Design

Het design van de verschillende deelstudies is als volgt:

### *1. Effecten van het computerprogramma met metacognitieve hints (onderzoeker begeleidt)*

In dit deelonderzoek werd een trainingsgroep die werkte met het computerprogramma met metacognitieve hints vergeleken met een controlegroep die geen extra oefening met de computer kreeg. De trainingsgroep werkte gedurende 2 weken twee keer per week ca. 30 minuten met het computerprogramma. Hierbij moet worden opgemerkt dat dit een eerdere versie van het programma was met dezelfde inhoud maar met geschreven in plaats van auditieve metacognitieve hints. Daarbij is de inhoud van de hint 'Ik lees heel goed' verdeeld over drie sub-hints: 'tekening', 'wat is de vraag?' en 'welke getallen?'.

Het onderzoek vond plaats in twee parallelgroepen 7 waarbij één groep functioneerde als controlegroep en de ander als trainingsgroep. Er deden in totaal 49 leerlingen aan het onderzoek mee waarvan er aselect 23 in de experimentele en 26 in de controlegroep waren ingedeeld. De leerlingen in beide condities waren van vergelijkbare sociaal economische status en verschilden niet met betrekking tot hun scores op de voortoets toepassingsopgaven ( $t = -.13$ ,  $p = .90$  tweezijdig). Bij het onderzoek is gewerkt met een voor- en natoets toepassingsopgaven om de effecten van het computerprogramma op probleemoplossen vast te kunnen stellen. Daarbij zijn 10 leerlingen uit de trainingsgroep bij de voor- en nameting gefilmd bij het maken van een toepassingsopgave om de ontwikkeling in metacognitieve vaardigheid vast te stellen. Ook zijn logfile-gegevens uit het computerprogramma verzameld om te analyseren in welke mate de hints in het programma zijn gebruikt en hoeveel opgaven de leerlingen (juist) hebben beantwoord.

### *2. Effecten van metacognitieve instructie in de klas (onderzoekers voeren uit)*

In dit deelonderzoek werd een trainingsgroep die rekenlessen kreeg verweven met de Takentrap systematiek (de metacognitieve instructie) vergeleken met een controlegroep die reguliere rekenlessen kreeg. Binnen één groep 7 werd de helft van de leerlingen toegewezen aan de trainingsgroep en de helft aan de controlegroep. De trainingsgroep kreeg gedurende 6 weken les van onderzoeksassistenten uit de reguliere lesmethode met daarbij metacognitieve instructie volgens de Takentrap-systematiek. De controlegroep kreeg dezelfde les van de onderzoeksassistenten uit de reguliere lesmethode maar dan zonder de Takentrap-systematiek.



De steekproef voor dit deelonderzoek bestond uit 20 leerlingen waarvan 10 leerlingen aselekt waren toegewezen aan de controlegroep en 11 leerlingen aan de trainingsgroep. De leerlingen in beide condities waren van vergelijkbare intelligentie ( $t = .32, p = .75$  tweezijdig) en waren vergelijkbaar wat betreft hun score op de voortoets toepassingsopgaven ( $t = -.01, p = .99$  tweezijdig) en de score voor metacognitieve vaardigheden in de voormeting ( $t = -.85, p = .41$  tweezijdig). Bij dit onderzoek werden er op drie momenten rekentoetsen afgenomen: een voortoets, een meting na 3 weken (halverwege) en een natoets. Verder hebben onderzoeksassistenten logboekformulieren ingevuld over het verloop van de lessen en zijn de onderzoeksassistenten de tweede 3 weken geobserveerd om de mate van implementatie vast te stellen. Ook zijn de leerlingen van zowel de controle- als de trainingsgroep gefilmd bij het maken van een toepassingsopgave om hun metacognitieve vaardigheid te evalueren.

### *3. Effecten van training met metacognitieve instructie in de klas en oefening met het computerprogramma met metacognitieve hints (onderzoekers en leerkrachten voeren uit)*

In het derde deelonderzoek kreeg de trainingsgroep gedurende 6 weken rekenlessen verweven met de Takentrap systematiek en daarnaast werkten de leerlingen 2 keer per week ca. 20 minuten met het computerprogramma met metacognitieve hints. Daarbij vulden leerlingen (ter motivatie) aan het eind van elke week een formulier in over hun aanpak bij de rekenlessen die week en wat er verbeterd was en waar nog aan gewerkt kon worden. De controlegroep kreeg dezelfde rekenlessen maar zonder de Takentrap systematiek en werkte 2 keer per week ca. 20 minuten met een zelfde computerprogramma maar dan zonder de metacognitieve hints. De lessen werden de eerste 3 weken gegeven door onderzoekers dan wel onderzoeksassistenten en de trainingslessen werden de tweede drie weken overgenomen door de groepsleerkrachten. De onderzoekers rouleerden tussen de beide groepen. De groepsleerkrachten zijn voorafgaand en tijdens de training begeleid volgens de onderdelen beschreven in § 3.4. De tweede drie weken werden de groepsleerkrachten geobserveerd om de mate van implementatie vast te stellen.

De steekproef bestaat uit 37 leerlingen van groep 6 en 7 van een middelgrote basisschool. In beide klassen werd de helft van de leerlingen aselekt toegewezen aan de controle- dan wel de trainingsgroep (m.u.v. zeer zwakke leerlingen of leerlingen met ernstige gedragsproblematiek). Er waren in de controlegroep 18 leerlingen (9 van groep 6 en de rest van groep 7) en in de trainingsgroep 19 leerlingen (10 van groep 6 en de rest van groep 7).

Aangezien de toetsen van groep 6 en 7 relatief van vergelijkbare moeilijkheid zijn en in de analyses rekening wordt gehouden met verschil in intelligentie tussen leerlingen kunnen de resultaten van groep 6 en 7 als één bestand worden beschouwd.

In de gemiddelden op de intelligentietoets van de controle- en de trainingsgroep bleek geen verschil te zijn ( $t = -.17, p = .86$  tweezijdig), en ook niet in het gemiddeld aantal goed beantwoorde opgaven op de voortoets toepassingsopgaven ( $t = -.65, p = .52$  tweezijdig) en op de voortoets metacognitieve vaardigheden ( $t = .98, p = .33$  tweezijdig). Deze gegevens laten zien dat controlegroep en trainingsgroep bij aanvang van het experiment vergelijkbaar waren.

Bij dit onderzoek zijn er op drie momenten rekentoetsen afgenomen: een voortoets, een meting na 3 weken (halverwege) en een natoets. Verder zijn logfiles van het computerprogramma verzameld voor informatie over de hoeveelheid (juist) beantwoorde opgaven en het hintgebruik in het computerprogramma. Daarbij werden in de voor- en de nameting leerlingen van de controle- en de trainingsgroep gefilmd bij het maken van een som om het effect van de training op metacognitieve vaardigheid vast te stellen.

## 4.2 Meetinstrumenten

### 4.2.1 Metacognitieve vaardigheden

Tabel 3. Scoreschema metacognitieve vaardigheden

Stap	Activiteit	Score
<b>Ik lees heel goed</b>	1 Goed lezen	
	2 Informatie/ getallen selecteren	
<b>Ik maak een plan</b>	3 Een rekenplan maken	
	4 Alles systematisch noteren	
<b>Ik check mijn antwoord</b>	5 Proces in de gaten houden (gaat het nog goed?)	
	6 Berekeningen en antwoorden controleren	
	7 Conclusie trekken	
<b>Wat leer ik ervan?</b>	8 Reflecteren op het antwoord (bijv. m.b.t. eerdere schatting)	
	9 Bedenken wat ervan is geleerd	
<b>Correctheid</b>	10 Som goed opgelost?	

Om effecten van de training op het aanpakgedrag van leerlingen bij het uitvoeren van rekenopgaven te analyseren zijn de metacognitieve vaardigheden van de leerlingen gemeten door middel van analyse van hardop-denken protocollen. De leerlingen voerden tijdens de voor- en de nameting individueel één rekentaak uit waarbij zij tijdens het oplossen van de som hun gedachten hardop verwoordden. Het is bekend uit de literatuur dat hardop-denken denkprocessen niet hindert (Bannert & Mengelkamp, 2008). De hardop-denken protocollen zijn opgenomen met behulp van een videocamera. Naderhand zijn deze opnames door twee beoordelaars gescoord op metacognitieve activiteiten met behulp van een voor dit onderzoek ontworpen instrument gebaseerd op het systematische observatie-instrument voorgesteld door Veenman, Kersboom en Imthorn (2000). Het scoreschema dat bij dit onderzoek is gebruikt, is weergegeven in tabel 3.

De metacognitieve activiteiten werden gescoord op een 3-punts-schaal met waarden variërend van 0 (activiteit niet uitgevoerd), 1 (activiteit deels uitgevoerd) tot 2 (activiteit volledig uitgevoerd). Item 10 wordt niet meegerekend als metacognitieve vaardigheid maar geeft extra informatie of de waargenomen metacognitieve vaardigheden ook daadwerkelijk leiden tot goede oplossingen. Beide beoordelaars kenden onafhankelijk scores toe, waarna zij argumenteerden tot overkomst werd bereikt over de definitieve score (arguing until agreement). Dit is een gangbare methode bij de beoordeling van metacognitieve vaardigheden. Het scoren gebeurde in de voor- en nameting door dezelfde beoordelaars waarbij steeds tenminste één beoordelaar niet wist tot welke conditie de leerlingen behoorden. De totaalscore voor metacognitieve vaardigheden werd vastgesteld door de somscore te berekenen van de eerste negen items. De maximum score voor metacognitieve vaardigheid is dus 18 punten. In deelstudie 1 is de gemiddelde score van de trainingsgroep bij de voormeting 4.80 (sd = 1.23), in studie 2 is het gemiddelde op de voormeting 6.48 (sd = 2.44) en in deelstudie 3 is de gemiddelde score op de voormeting 4.69 (sd = 1.53).

#### **4.2.2 Oplossen van toepassingsopgaven rekenen**

Om effecten van de training op rekenprestaties vast te stellen is gekeken naar de effecten op het oplossen van toepassingsopgaven rekenen. Dit is in alle 3 studies gemeten met voor dit onderzoek ontworpen rekentoetsen bestaande uit 15 toepassingsopgaven. Er is gekozen voor toepassingsopgaven, omdat deze opgaven zich goed lenen voor systematische oplossingsstappen zoals de Takentrap die biedt. Voorbeelden van opgaven zijn:

Annemieke heeft een spaarrekening bij de bank.  
Ze heeft al € 514 op haar spaarrekening staan.  
Annemieke zet in een jaar elke maand € 12 op haar spaarrekening.  
Hoeveel euro heeft Annemieke na een jaar?

Joop had 60 knikkers.  
Op een dag geeft Joop  $\frac{3}{4}$  deel van zijn knikkers aan Ilse.  
Hoeveel knikkers houdt Joop over?

José koopt een bos bloemen voor haar moeder, voor haar oma en voor haar tante.  
De bossen bloemen kosten € 8 per stuk.  
Maar, ze krijgt 10 % korting.  
Ze betaalt met € 30.  
Hoeveel geld krijgt José terug?

Joost is schilder van beroep.  
Op maandag moet Joost een muur van 9 meter lang en 6 meter hoog verven.  
Met één pot verf kan je  $6 \text{ m}^2$  verven.  
Hoeveel potten verf heeft Joost nodig?

In deelstudie 1 werd een voor- en een natoets afgenomen. In studie 2 en 3 werden op drie momenten toetsen afgenomen; tijdens de voor-, tussen- en nameting. De opgaven die gebruikt zijn bij de tussen- en natoets waren variaties op de opgaven in de voortoets, waardoor de toetsen in principe onderling goed vergelijkbaar zijn. Toch moet bij het interpreteren van de analyses in het achterhoofd worden gehouden dat het verschillende toetsen zijn. Als bijvoorbeeld de score op de tussentoets iets lager is dan op de voortoets kan het zijn dat die toets toch een beetje moeilijker was door bepaalde kleine verschillen in formulering of gekozen getallen. In studie 3 is de toets voor groep 6 aangepast qua moeilijkheidsgraad. De toets is een bewerking van de toets van groep 7 aangepast aan de lesstof van groep 6. De voortoets rekenen heeft in studie 1 een goede betrouwbaarheid van  $\alpha = .78$ , in studie 2 van  $\alpha = .70$  en in studie 3 van  $\alpha = .77$ . De prestaties van de controle en de trainingsgroep worden in alle onderzoeken weergegeven in termen van percentage goed beantwoorde opgaven op de toets.

#### **4.2.3 Intelligentie**

Bij deelonderzoek 2 en 3 zijn voorafgaand aan de training intelligentietesten afgenomen. Voor het meten van intelligentie is de RAVEN Standard Progressive Matri-

ces intelligentietest (Raven, Court & Raven, 1996) gebruikt. Dit is een non-verbale test die bestaat uit 60 items in vijf sets. Ieder item bestaat uit een figuur met een ontbrekend stuk. De leerlingen kiezen uit 6 of 8 antwoorden het juiste ontbrekende stuk. Op de RAVEN intelligentietest werd in steekproef 2 een gemiddelde score van 43.14 (sd = 6.02) gescoord. De test heeft in steekproef 2 een betrouwbaarheid van  $\alpha = .82$ . In steekproef 3 scoren de leerlingen een gemiddeld aantal punten van 43.05 (sd = 5.58) op de RAVEN test. De test heeft ook in deze steekproef een goede betrouwbaarheid van  $\alpha = .79$ .

#### **4.2.4 Observaties**

Om de mate van implementatie van de training in studie 2 en 3 vast te stellen is gebruik gemaakt van logboeken en observaties van lessen. De logboeken werden gebruikt door onderzoekers en onderzoeksassistenten om het verloop van de les te beschrijven en notitie te maken van eventuele bijzonderheden (zie bijlage II). Het observatieschema (bijlage I) werd deels gebruikt als middel om met de leerkrachten over de lessen te spreken (zie § 3.4.3) en deels als meetinstrument om de mate van implementatie van centrale kenmerken van de training vast te stellen. De leerkrachten in studie 2 en 3 werden in principe gedurende alle lessen van zowel de controle als de trainingsgroep geobserveerd. Echter, in enkele gevallen waarbij er sprake was van te weinig observatoren (bijv. door ziekte) is alleen de trainingsgroep geobserveerd en is er voor de controlegroep een logboekformulier ingevuld.

Het observatieschema is voor dit onderzoek ontwikkeld en bestaat uit 30 items. In de analyses zal worden gewerkt met de scores op de eerste 21 items. Deze scores zijn verdeeld in scores voor metacognitieve instructie (items 1,2,3,7,8,9,10,11,12,13,18,19,21; max. score 35 pt), en van items die te maken hebben met algemene instructietechnieken (items 4,5,6,14,15,16,17,20; max. score 24 pt). In studie 2 hebben de items voor metacognitieve instructie een betrouwbaarheid van  $\alpha = .76$  en de items voor algemene instructietechnieken van  $\alpha = .75$ . In studie 3 hebben de items voor metacognitieve instructie een betrouwbaarheid van  $\alpha = .84$  en de items voor algemene instructietechnieken van  $\alpha = .78$ .

#### **4.2.5 Logfiles**

Bij studie 1 en 3 is gebruik gemaakt van logfiles in het computerprogramma om te analyseren hoe de leerlingen er mee hebben gewerkt. In de logfiles is per leerling informatie opgeslagen over het aantal gemaakte opgaven, welke opgaven correct beantwoord werden en (indien van toepassing) welke hints werden aangeklikt.

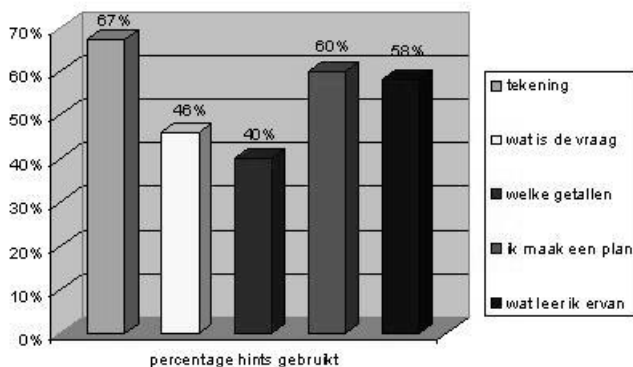


## 5 Resultaten

### 5.1 Effecten van het computerprogramma met metacognitieve hints (onderzoeker begeleidt)

#### 5.1.1 Implementatie computerprogramma

Zoals opgemerkt in § 4.1 is in dit onderzoek een versie van het computerprogramma gebruikt met geschreven hints. Hierbij was de hint ‘ik lees heel goed’ verdeeld in drie sub-hints: ‘tekening’, ‘wat is de vraag?’ en ‘welke getallen?’. Bij het bekijken van de logfile-gegevens van de eerste 20 opgaven (omdat hier de meeste gegevens van zijn) is te zien dat de metacognitieve hints gemiddeld genomen vrij veel zijn gebruikt. Vooral de hint met een visuele representatie van het probleem ‘tekening’ is populair. Daarbij maakt een correlatieanalyse duidelijk dat gebruik van de verschillende hints in het computerprogramma onderling sterk samenhangt. Dit geeft tevens aan dat leerlingen over het algemeen consistent zijn in hun hintgebruik.



Afbeelding 8. Hintgebruik in percentages voor de verschillende metacognitieve hints over 20 opgaven

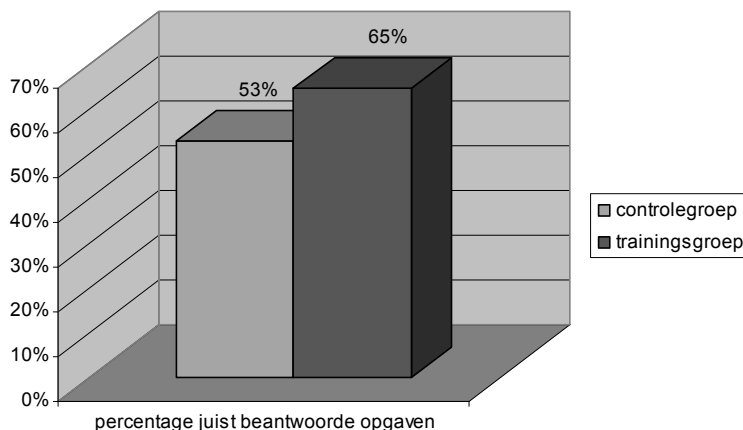
#### 5.1.2 Metacognitieve vaardigheden

Een vergelijking van gemiddelden in de voor- en nameting van de 10 leerlingen uit de trainingsgroep waarvan hardop-denk protocollen zijn afgenomen laat een toename in toepassen van metacognitieve vaardigheden zien ( $t = -2.61$ ;  $p = .04$  eenzijdig).

De oriëntatiefase van het probleemoplossen (goed lezen, en informatie/ getallen selecteren) liet de hoogste toename zien ( $t = -2.23$ ;  $p = .03$  eenzijdig). Doordat de hardop-denken protocollen niet zijn afgenomen in de controlegroep is echter niet met zekerheid te zeggen of dit effect is toe te schrijven aan de training.

### 5.1.3 Oplossen van toepassingsopgaven rekenen

In afbeelding 9 worden de gemiddelde percentages goed op de natoets toepassingsopgaven van beide groepen weergegeven. De groepen verschilden niet wat betreft hun scores op de voortoets (zie § 4.2) maar in de natoets is de trainingsgroep duidelijk in het voordeel. De controlegroep heeft gemiddeld 53.07 (sd = 26.87) toepassingsopgaven goed, terwijl de trainingsgroep gemiddeld 64.93 (sd = 19.53) opgaven juist beantwoordde.



*Afbeelding 9. Gemiddeld percentage juist beantwoorde opgaven op de natoets toepassingsopgaven.*

Om te analyseren wat het zuivere effect is van de training losstaand van de rekenvaardigheid van de leerlingen, is er een ANCOVA uitgevoerd gecontroleerd voor de scores op de voortoets rekenen. De uitkomst bevestigt de bevinding dat, naast het grote effect van de voortoets, oefening met het computerprogramma met metacognitieve hints effect heeft op probleemoplossen bij rekenen ( $F(1.42) = 7.23$ ,  $p = .01$  eenzijdig) met een gemiddelde effect grootte van Cohens  $d = .51$ .

Hoewel dit resultaat veelbelovend lijkt, maakt het nog niet duidelijk of dit puur een effect is van de extra oefening die het programma biedt of dat de resultaten deels



kunnen worden toegeschreven aan gebruik van de metacognitieve hints. Om de relatie tussen hintgebruik bij de 20 opgaven en de score op de natoets rekenen te evalueren (ongeacht rekenniveau) zijn er partiële correlaties berekend tussen beide variabelen. De partiële correlaties maken duidelijk dat er een verband is tussen hintgebruik en probleemoplossen bij rekenen ( $r = .47$ ,  $p = .03$  eenzijdig). Wanneer wordt gekeken naar de correlaties van de verschillende hints blijkt dat de relatie tussen hintgebruik en rekenprestaties vooral sterk is bij de 'Ik lees heel goed' hints (oriëntatie) ( $r = .47$ ,  $p = .02$  eenzijdig).

## **5.2 Effecten van metacognitieve instructie in de klas (onderzoekers voeren uit)**

### **5.2.1 Implementatie instructie in de klas**

Gedurende de eerste 3 weken van de training zijn logboeken bijgehouden om zicht te houden op het verloop van de lessen die werden gegeven. Uit de logboekformulieren blijkt dat de leerlingen over het algemeen positief reageren op de Takentrap materialen. Ze hebben niet echt het gevoel dat de aanpak volledig nieuw is en voelen zich er zeker over dat ze de stappen al gauw beheersen. Ondanks dat dit op zich positief is, leidt het er wel toe dat sommige leerlingen wat laks worden in het toepassen van alle stappen. Met name 'ik check mijn antwoord' en 'wat leer ik ervan' blijken dan soms wat in het gedrang te komen. In de controlegroep werd het algemeen rustig gewerkt volgens de reguliere aanpak.

Naast het bijhouden van de logboeken zijn gedurende de tweede drie weken de lessen van de onderzoeksassistenten geobserveerd om de mate van implementatie vast te stellen. Uit de observaties blijkt dat, zoals bedoeld, de onderzoeksassistenten in de trainingsgroep meer aandacht besteedden aan metacognitieve vaardigheden dan in de controlegroep ( $t = -5.60$ ,  $p = .00$  eenzijdig). Toch liggen de gemiddelde scores voor de algemene metacognitieve instructie in de controle- en trainingsgroep vrij dicht bij elkaar. Dit zou kunnen impliceren dat de manier van lesgeven in de controlegroep enigszins is beïnvloed door de manier van lesgeven in de experimentele conditie (dwz. dat in de controlegroep mogelijk onder invloed van de training onbewust ook meer aandacht is besteed aan metacognitieve vaardigheden).

Tabel 4. Gemiddeld score observatie metacognitieve instructie

	N	M	SD	SE
Controlegroep	10	14,55	3,236	,976
Trainingsgroep	19	24,11	4,400	1,467

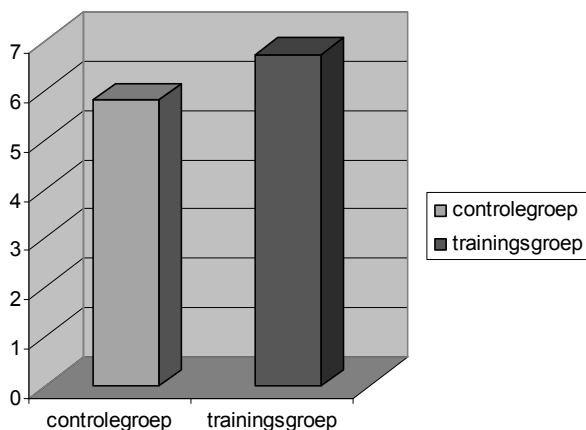
Voor de items in de observatieformulieren die algemene instructietechnieken weer-  
geven werd zoals verwacht geen verschil gevonden tussen de experimentele en de  
controlegroep ( $t = -.03$ ,  $p = .98$  tweezijdig).

Tabel 5. Gemiddeld score observatie algemene instructietechnieken

	N	M	SD	SE
Controlegroep	11	15,27	4,777	1,440
Trainingsgroep	9	15,33	4,555	1,518

## 5.2.2 Metacognitieve Vaardigheden

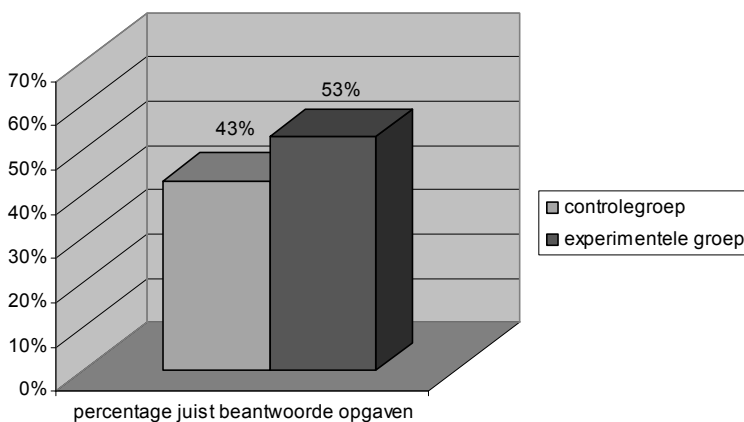
Op de nameting scoort de controlegroep 5.80 punten (sd = 2.44) op de meting van  
metacognitieve vaardigheden terwijl de Trainingsgroep gemiddeld 6.73 punten (sd =  
3.20) scoort (zie afbeelding 9). Hoewel de trend in het voordeel van de Trainings-  
groep lijkt te zijn, is dit verschil niet significant ( $t = -.74$ ,  $p = .23$  eenzijdig).



Afbeelding 10. Gemiddelde score op de nameting metacognitieve vaardigheden.

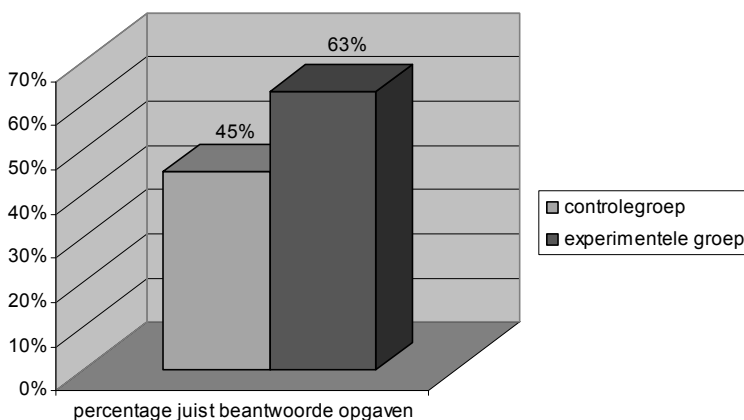
### 5.2.3 Oplossen van toepassingsopgaven rekenen

Om de effecten van de metacognitieve instructie in de klas op rekenprestaties te analyseren is allereerst gekeken naar de verschillen tussen de controle- en trainingsgroep op de tussentoets rekenen. Dit is de toets die na 3 weken is afgenomen. In afbeelding 11 zien we dat de trainingsgroep gemiddeld beter scoort op de tussentoets dan de controlegroep. De controlegroep heeft gemiddeld 42.67% (sd = 19.17) van de toepassingsopgaven goed terwijl de trainingsgroep gemiddeld 52.73% (sd = 21.80) goed heeft. Gecontroleerd voor intelligentie is dit verschil echter niet significant ( $F(1,19) = 2.01, p = .09$  eenzijdig).



Afbeelding 11. Gemiddelde percentage juist beantwoorde opgaven op de tussentoets toepassingsopgaven.

In afbeelding 12 is het verschil te zien tussen de controle en de trainingsgroep wat betreft hun prestaties op de natoets toepassingsopgaven. Het verschil in het voordeel van de trainingsgroep is in de tweede drie weken gegroeid. De controlegroep heeft nu gemiddeld 45.00 % (sd = 21.04) goed terwijl de trainingsgroep gemiddeld 63.00% (sd = 16.23) juist beantwoordde. Op de natoets heeft de metacognitieve instructie in de klas ongeacht intelligentieniveau effect op probleemoplossen bij rekenen ( $F(1,19) = 6.18, p = .01$  eenzijdig). Dit is een groot effect (Cohens  $d = .96$ ).



*Afbeelding 12. Gemiddelde percentage juist beantwoorde opgaven op de natoets toepassingsopgaven.*

### **5.3 Effecten van training met metacognitieve instructie in de klas en oefening met het computerprogramma met metacognitieve hints (onderzoekers en leerkrachten voeren uit)**

#### **5.3.1 Implementatie instructie in de klas**

Gedurende de eerste 3 weken van de training zijn de lessen volgens de metacognitieve systematiek gegeven door de onderzoeker en onderzoekassistenten. Er zijn logboeken bijgehouden om zicht te houden op het verloop van de lessen. Hierbij valt op dat in de trainingsgroep goed is geprobeerd consistent met de Takentrap te werken. Met name in groep 6 leidde dit tot positieve reacties van leerlingen die aangeven te merken dat ze wat aan de aanpak hadden. Toch waren er ook wat opstartproblemen aangezien de onderzoeker en onderzoeksassistenten niet bekend waren met de groepen. Voornamelijk in de trainingsgroep van groep 7 werden ordeproblemen ervaren waarbij enkele leerlingen ook van een negatieve attitude tegenover de training blijk gaven. Hier is in individuele gesprekken met deze leerlingen over gesproken. In de controlegroep verliepen de reguliere lessen over het algemeen zonder veel bijzonderheden.

Gedurende de tweede drie weken werden de trainingslessen gegeven door de groepsleerkrachten. Deze lessen zijn geobserveerd om de leerkrachten gericht te kunnen begeleiden (zie § 3.4.3) en om de mate van implementatie vast te stellen. Bij de ob-

servaties was het duidelijk dat de leerkrachten, zoals bedoeld, in de trainingsgroep meer aandacht besteedden aan metacognitieve vaardigheden dan in de controlegroep ( $t = -5.74, p = .00$  eenzijdig).

*Tabel 6. Gemiddeld score observatie metacognitieve instructie*

	N	M	SD	SE
Controlegroep	10	9.70	4.22	1.33
Trainingsgroep	19	22.21	6.15	1.41

Voor de items in de observatieformulieren die algemene instructietechnieken weer-geven werd zoals verwacht geen verschil gevonden tussen de experimentele en de controlegroep ( $t = -.27, p = .79$  tweezijdig).

*Tabel 7. Gemiddeld score observatie algemene instructietechnieken*

	N	M	SD	SE
Controlegroep	9	10,33	5,196	1,732
Trainingsgroep	16	10,88	4,588	1,147

### **De leerkracht nader bekeken**

Bij nadere evaluatie van de observaties viel het op dat de aanpak van de leerkracht sterke invloed heeft op de mate van uitvoering van de training door de leerlingen. De aanpak met de Takentrap leek (afgaande op aantekeningen bij de observaties) de ene leerkracht beter te liggen dan de andere, wat leidde tot een significant verschil in scores op de observaties tussen beide groepsleerkrachten voor metacognitieve instructie (zie tabel 8) ( $t = 4.96, p = .00$  tweezijdig).

*Tabel 8. Gemiddeld score observatie metacognitieve instructie*

	N	M	SD	SE
Leerkracht groep 6	10	26,70	2,946	,932
Leerkracht groep 7	8	17,88	4,581	1,619

Ondanks dat de leerkrachten derhalve verschilden in mate van implementatie van de metacognitieve systematiek, werd er geen significant verschil gevonden voor de items corresponderend met algemene instructietechnieken ( $t = 1.81, p = .09$  tweezijdig).

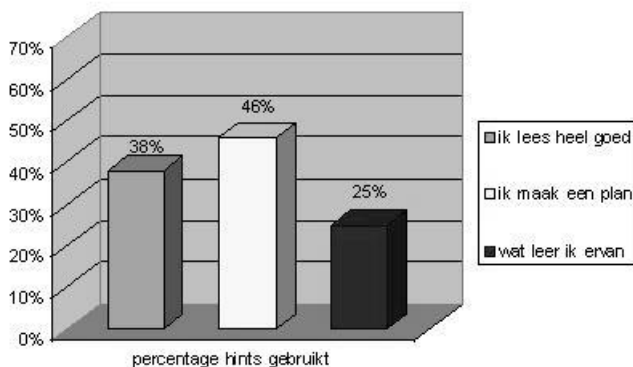
Tabel 9. Gemiddeld score observatie metacognitieve instructie

	N	M	SD	SE
Leerkracht groep 6	9	12,67	3,536	1,179
Leerkracht groep 7	6	8,50	5,468	2,232

Hoewel de metacognitieve instructie dus sterker word ingezet in groep 6 dan in groep 7 verschillend de leerkrachten niet ten aanzien van belangrijke kenmerken van hun reguliere manier van lesgeven.

### 5.3.2 Implementatie computerprogramma

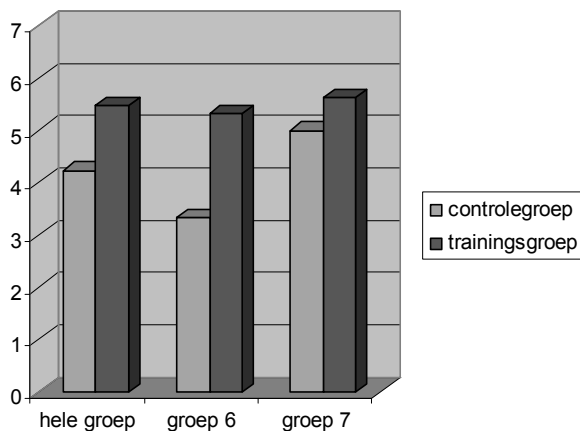
De hints in het computerprogramma zijn vrij regelmatig gebruikt. De leerlingen hadden de keuzevrijheid om te beoordelen of ze de hints wilde gebruiken of niet. Als ze een opgave dus zonder hints konden oplossen hoefden de hints niet te worden aangeklikt. Toch werden de hints relatief vaak gebruikt. Grafische weergave van het hintgebruik bij de eerste 34 opgaven in afbeelding 13 (dit aantal is gebruikt omdat alle 19 leerlingen in de steekproef deze opgaven af hadden) laat zien dat met name de 'ik maak een plan' hints in veel gevallen zijn gebruikt. Wel lijkt de hint 'wat leer ik ervan' met een modelantwoord passend bij de opgave relatief weinig te worden gebruikt. Bij de snelle leerlingen uit de trainingsgroep die alle opgaven af hadden ( $n = 10$ ) daalt het percentage gebruikte 'ik lees heel goed' hints vanaf opgave 35 tot 17%, terwijl de 'ik maak een plan' en 'wat leer ik ervan' hints iets vaker worden gebruikt; bij 47% (plan) en 27% van de opgaven.



Afbeelding 13. Hintgebruik in percentages voor de verschillende etacognitieve hints over de eerste 34 opgaven

### 5.3.3 Metacognitieve vaardigheden

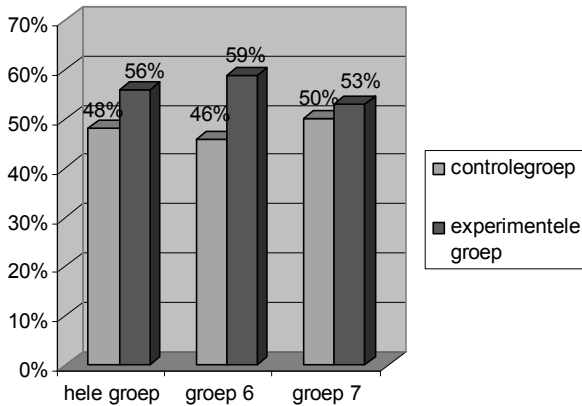
Bij de nameting van metacognitieve vaardigheden scoort de controlegroep gemiddeld 4.23 punten ( $sd = 1.74$ ) terwijl de trainingsgroep een gemiddelde score heeft van 5.47 ( $sd = 2.15$ ) (zie afbeelding 13). Dit is een significant verschil in het voordeel van de trainingsgroep ( $t = -1.69, p = .05$  eenzijdig). Wanneer afzonderlijk naar de groepen wordt gekeken zien we dat de verschillen bij beide groepen consistent in het voordeel is van de trainingsgroep, hoewel het verschil alleen significant is in groep 6 ( $t = -1.81, p = .05$  eenzijdig).



Afbeelding 14. Gemiddelde score op de nameting metacognitieve vaardigheden.

### 5.3.4 Oplossen van toepassingsopgaven rekenen

Om de effecten van de metacognitieve training op probleemoplossen bij rekenen te analyseren is allereerst gekeken naar de verschillen tussen de controle- en trainingsgroep op de tussentoets rekenen. Dit was de toets die na 3 weken is afgenomen (dus na de lessen van de onderzoeker en onderzoeksassistenten). In afbeelding 15 zijn de gemiddelde percentages juist beantwoorde vragen op deze toets weergegeven voor zowel groep 6 en 7 samen (hele groep) als de groepen apart.



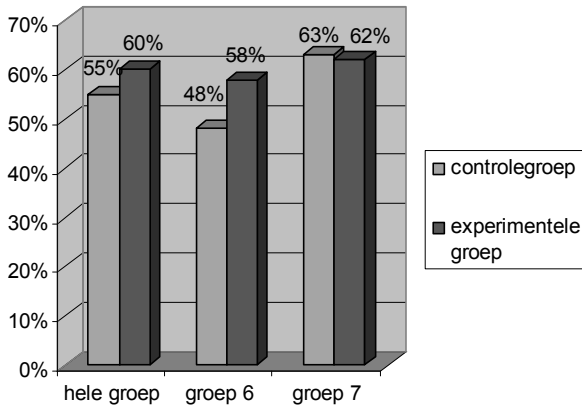
*Afbeelding 15. Gemiddelde percentage juist beantwoorde opgaven op de tussentoets toepassingsopgaven*

In de afbeelding is te zien dat hoewel de toets schijnbaar vrij moeilijk was (percentage goed ligt rond de 50% van de opgaven) de trainingsgroep consistent hoger scoort dan de controlegroep. De verschillen in de hele groep en groep 6 en groep 7 zijn ongeacht intelligentie echter niet significant ( $F(1,33) = 9.82, p = .11$  eenzijdig).

In afbeelding 16 zijn de percentages goed beantwoorde opgaven op de natoets naast elkaar gezet. Hoewel de verschillen wat kleiner zijn dan na de eerste 3 lesweken blijft voor de hele groep een voordeel voor de trainingsgroep bestaan. Dit verschil wordt veroorzaakt door het verschil tussen de controlegroep en de trainingsgroep in groep 6, waar de trainingsgroep gemiddeld 10% meer opgaven goed beantwoordde dan de controlegroep. In groep 7 is het voordeel van de trainingsgroep verdwenen. Op de natoets werd geen effect van de metacognitieve training gevonden ( $F(1,34) = .13, p = .36$  eenzijdig).

Opmerkelijk is wel dat het patroon van de effecten in de verschillende groepen parallel loopt met de mate van implementatie van metacognitieve instructie in de tweede drie lesweken beschreven in § 5.3.1.





*Afbeelding 16. Gemiddelde percentage juist beantwoorde opgaven op de natoets toepassingsopgaven*

Voor het computerprogramma werden positieve verbanden gevonden tussen het gebruik van de hint 'wat leer ik ervan' in de eerste 34 opgaven en het percentage goed beantwoorde opgaven ( $r = .78, p = .02$  eenzijdig) en de hint 'ik lees heel goed' bij opgave 35 tot 63 en het percentage goed beantwoorde opgaven ( $r = .73, p = .03$  eenzijdig). Dit resultaat geeft aan dat het gebruik van deze hints in het computerprogramma samenhangt met de mate waarop leerlingen de opgaven op een juiste manier oplossen.



## 6 Conclusie en discussie

Dit onderzoek is gericht op het beoordelen van de effectiviteit van metacognitieve training voor het stimuleren van probleemoplossen van basisschoolleerlingen. Het is belangrijk om te onderzoeken of dergelijke interventies effect kunnen hebben omdat in het huidige onderwijs metacognitieve vaardigheden vaak buiten beschouwing gelaten worden. Er is daarom behoefte aan materialen waarmee leerkrachten op een eenvoudige manier de metacognitieve aanpak van leerlingen binnen bepaalde vakgebieden kunnen stimuleren. In dit onderzoek is ervoor gekozen om de effecten te analyseren van een training met metacognitieve instructie in de klas en oefening met toepassingsopgaven in een computerprogramma met metacognitieve hints. De training is vormgegeven volgens de Takentrap-systematiek welke voldoet aan vele uit de literatuur bekende succesfactoren en geschikt is voor het aanleren van flexibel gebruik van metacognitieve vaardigheden over de fases oriëntatie, planning, evaluatie en reflectie. Om de effecten van de training te analyseren, is het onderzoek opgesplitst in drie deelstudies die corresponderen met de drie onderzoeksvragen die in de inleiding zijn gesteld.

Allereerst wordt in tabel 10 een schematisch overzicht gegeven van de resultaten per deelonderzoek. Vervolgens worden alle deelvragen individueel beantwoord waarna algemene conclusies en aanbevelingen voor onderzoek en praktijk volgen.

Tabel 10. Overzicht van de resultaten per deelonderzoek.

Deel-studie	Groep	Training	Controleconditie	Wie	Resultaten
1	7	Computerprogramma met metacognitieve hints naast reguliere rekenlessen (2 weken)	Reguliere lessen, geen computer-programma	Leerlingen zelfstandig onder begeleiding van onderzoeker	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hints veel gebruikt.</li> <li>• Metacognitieve vaardigheid gaat vooruit.</li> <li>• Effect van de training met gemiddelde effect grootte.</li> <li>• Er is verband tussen hintgebruik en probleemoplossen.</li> </ul>
2	7	Metacognitieve instructie in de klas (6 weken)	Reguliere lessen	Onderzoeker / onderzoeks-assistenten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meer metacognitieve instructie in de trainingsgroep.</li> <li>• Geen verschil in metacognitieve vaardigheid.</li> <li>• Effect van de training op probleemoplossen t na 6 weken, groot effect.</li> </ul>
3	6 / 7	Combinatie van metacognitieve instructie in de klas en computer-programma met metacognitieve hints (6 weken)	Reguliere lessen en computer-programma zonder hints	Eerste 3 weken onderzoeker / onderzoeksassistent en, dan leerkrachten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meer metacognitieve instructie in de trainingsgroep.</li> <li>• Trainingsgroep heeft meer metacognitieve vaardigheden.</li> <li>• Geen algemeen effect van de training op probleemoplossen, maar parallel aan mate van implementatie.</li> <li>• Verband tussen gebruik hints en probleemoplossen in programma</li> </ul>

- 1a. Heeft implementatie van een computerprogramma met metacognitieve hints effect op de rekenprestaties van leerlingen in de bovenbouw van de basisschool?

Uit het onderzoek naar de effecten van het computerprogramma met metacognitieve hints blijkt allereerst dat de metacognitieve hints in het computerprogramma behoorlijk veel door de leerlingen worden gebruikt. Voornamelijk de hint met een visuele

representatie van het probleem blijkt veel te worden aangeklikt. Er wordt vanuit gegaan dat het feit dat leerlingen zelf beslissen of ze al dan niet de hints gebruiken ze leert instructionele beslissingen te maken (vergelijk Azevedo, 2007). Als wordt gekeken naar het effect van oefening met het computerprogramma wordt er onafhankelijk van intelligentie een effect gevonden op probleemoplossen. Dit leidt zelfs na een training van slechts twee weken tot een middelgroot effect (Cohens  $d = .51$ ). Bovendien stijgen de leerlingen in de trainingsgroep in hun inzet van metacognitieve vaardigheden. Het feit dat er een positief verband werd gevonden tussen het hintgebruik in het computerprogramma en de rekenprestaties bevestigt het idee dat dit niet slechts een oefeneffect is maar ook te danken is aan het stimuleren van metacognitieve vaardigheden door de hints. Dit stemt overeen met bevindingen uit eerdere onderzoeken naar specifieke stimulatie van metacognitieve vaardigheden in computeromgevingen (o.a. Azevedo et al., 2007; Bannert, 2006, 2008; Clark & Mayer, 2008; Harskamp & Suhre, 2007; Mathan & Koedinger, 2005; Pol et al., 2009, Teong, 2003).

- 1b. Heeft implementatie van metacognitieve instructie in de klas effect op de rekenprestaties van leerlingen in de bovenbouw van de basisschool?

De metacognitieve systematiek voor instructie in de klas is ontworpen om eenvoudig aan te kunnen sluiten bij cognitieve inhoud van domeinen als rekenen/ wiskunde (vergelijk Dignath & Buttner, 2008). Door de verschillende stappen van de Taken-trap te gebruiken wordt verondersteld dat metacognitieve vaardigheden in de fases van oriëntatie, planning, evaluatie en reflectie op een systematische wijze door de leerkracht kunnen worden gestimuleerd. Om het effect van de metacognitieve instructie te analyseren is allereerst gekeken in hoeverre daadwerkelijk aandacht is besteed aan metacognitieve strategie-instructie bij de rekenlessen van de trainingsgroep. Uit de observaties is op te maken dat in de trainingsgroep inderdaad meer aandacht werd besteed aan metacognitieve strategieën tijdens de instructie dan bij de controlegroep. De trainingsgroep scoort zowel in de tussentoets als de natoets gemiddeld beter dan de controlegroep. Op de tussentoets is het effect echter niet significant. Mogelijkerwijs hebben leerlingen enige tijd nodig om zich de metacognitieve aanpak eigen te kunnen maken en het effectief te kunnen inzetten bij zelfstandig werken. Op de natoets na 6 weken training werd er onafhankelijk van intelligentie wel een effect van de metacognitieve instructie gevonden op probleemoplossen bij rekenen. Dit was een groot effect (Cohens  $d = .96$ ). Er werd voor metacognitieve vaardigheid geen verschil gevonden tussen de controle en de trainingsgroep. Mogelijk voerde de trainingsgroep de metacognitieve activiteiten al zo automatisch uit dat

ze niet werden geverbaliseerd of was de som niet geschikt voor het toepassen van alle stappen (vergelijk Bannert & Mengelkamp, 2008).

- 1c. Heeft implementatie van zowel metacognitieve instructie in de klas als een computerprogramma met metacognitieve hints effect op de rekenprestaties van leerlingen in de bovenbouw van de basisschool?

Bij dit deelonderzoek werd er gedurende 6 weken zowel in de klas als met het computerprogramma geoefend met het toepassen van metacognitieve vaardigheden bij rekenopgaven. Bij dit onderzoek werden in het computerprogramma relatief veel metacognitieve hints gebruikt hoewel het hintgebruik wat lager was dan in deelstudie 1. Met name de hint 'ik maak een plan' werd regelmatig aangeklikt. Er werden relaties gevonden tussen gebruik van de hints 'ik lees heel goed' en 'wat leer ik ervan' met probleemoplossen in het computerprogramma. Voor de instructie van metacognitieve vaardigheden in de klas werden de lessen de eerste 3 weken gegeven door onderzoekers en onderzoeksassistenten. Hoewel zij wat moesten wennen aan de groepen die zij lesgaven, zien we dat na de eerste drie weken de trainingsgroep gemiddeld wat beter scoort op de rekentoets dan de controlegroep. Dit verschil is echter niet significant, wat strookt met het idee uit deelstudie 2 dat leerlingen mogelijk meer tijd nodig hebben om zich de metacognitieve werkwijze eigen te maken.

In de tweede 3 weken zijn de trainingslessen gegeven door de groepsleerkrachten. Uit de observaties blijkt dat er geen verschil was in het toepassen van algemene instructietechnieken tussen de controle- en de trainingsgroep. Zoals verwacht op basis van het design werd er in de trainingsgroep over het algemeen wel meer aandacht besteed aan instructie over metacognitieve strategieën. In hoeverre er aandacht besteed wordt aan de metacognitieve instructie blijkt echter sterk afhankelijk te zijn van de voorkeur van de leerkracht. Uit de observaties blijkt dat leerkrachten sterk kunnen verschillen in mate van implementatie van de metacognitieve instructie. Dit zien we ook terug in de resultaten op de natoets. Op de natoets werd er slechts voor één groep een behoorlijk verschil in gemiddeld percentage goed beantwoorde opgaven gevonden. Dit resultaat is, waarschijnlijk omdat het slechts om een klein deel van de steekproef gaat, niet significant. Het is echter wel interessant om op te merken dat de verschillen over de beide groepen parallel lopen met de mate van implementatie door de leerkrachten. Dit geldt ook voor de effecten van de training op metacognitieve vaardigheid die met name in de groep met de sterkere implementatie groter waren dan in de controlegroep. Dit bevestigt de veronderstelling dat hoe in-

tensiever de metacognitieve training wordt uitgevoerd hoe sterker de resultaten op de rekenprestaties van leerlingen zullen zijn.

### *Samenvattend*

Samenvattend kan worden gezegd dat implementatie van training van metacognitieve vaardigheden effect kan hebben op probleemoplossen van basisschoolleerlingen. Dit stemt overeen met bevindingen uit de literatuur waarin wordt gesteld dat als een training wordt ontworpen om goed aan te sluiten bij cognitieve inhoud, als er aandacht wordt besteed aan het hoe en waarom van de training, als er aandacht wordt besteed aan een breed scala van zelfregulatieve processen en als leerlingen leren om instructionele beslissingen te maken er sterke effecten mogen worden verwacht op de prestaties van leerlingen (Azevedo, 2007; Dignath, Buttner & Langvelde, 2008). Zowel instructie in de klas als oefening met een computerprogramma met metacognitieve hints kunnen effectief zijn voor de metacognitieve aanpak van de leerlingen en het oplossen van toepassingsopgaven. Met name de training waarbij tijdens de instructie in rekenlessen aandacht werd besteed had een groot effect op prestaties. De training met het computerprogramma had een gemiddeld effect. Het zou echter aannemelijk zijn dat dit effect groter werd als de training zou worden verlengd aangezien deze training korter was dan in studie 2 en 3. Beide facetten van de training lijken derhalve waardevol voor het stimuleren van prestaties, hetgeen overeenkomt met de bevindingen van verschillende onderzoeken naar beide vormen van training (zie hst. 2).

Uit studie 3 met een gecombineerde training met implementatie van zowel de metacognitieve instructie in de klas als oefening met het computerprogramma blijkt echter dat de effecten sterk samenhangen met het gedrag van de leerkracht. Als de leerkracht zich niet op zijn gemak voelt met de metacognitieve systematiek en deze derhalve in mindere mate toepast, is het aannemelijk dat de resultaten bij leerlingen negatief zal beïnvloeden. Dit effect bleef zichtbaar ondanks de begeleiding en observatie van leerkrachten. Dat de effecten van in studie 3 mogelijk groter zouden zijn geweest bij lessen door onderzoekers en onderzoeksassistenten die sterk achter de training staan, komt overeen met bevindingen uit de literatuur (Dignath & Buttner, 2008). Daarom wordt er aangeraden om bij vervolgonderzoek sterk in te zetten op draagvlak bij de leerkrachten en uitgebreide training om te waarborgen dat de metacognitieve systematiek goed wordt uitgevoerd. Deze en andere aanbevelingen voor onderzoek en praktijk worden tot slot nog op een rij gezet.

### *Aanbevelingen*

- Leerkrachten moeten bij het aanleren van probleemoplossingsvaardigheden niet alleen aandacht besteden aan cognitieve en motivationele aspecten, maar moeten ook instructie van metacognitieve vaardigheden integreren in hun lessen.
- Bij metacognitieve instructie is een eenvoudige stapsgewijze zoals de Takentrap aanpak goed bruikbaar, maar deze dient gespecificeerd te worden aangeboden binnen het vakgebied.
- Extra oefening met een computerprogramma met metacognitieve hints is nuttig voor het individueel inoefenen van zowel cognitieve als metacognitieve vaardigheden. Het verdient de aanbeveling om hier buiten de klassikale lessen tijd voor in te ruimen.
- Wil een metacognitieve training effectief zijn, dan moet er voldoende motivatie en vaardigheid bij de leerkracht zijn om deze consequent toe te passen.
- Er is vervolgonderzoek nodig naar hoe leerkrachten en schoolteams effectief begeleid kunnen worden in het stimuleren van metacognitieve vaardigheden bij leerlingen.
- Bij vervolgonderzoek moet rekening gehouden worden met het draagvlak bij leerkrachten. De vraag rijst of selectie van leerkrachten (op basis van motivatie voor het onderwerp en vaardigheden) wenselijk is bij onderzoek naar de effectiviteit van metacognitieve training.
- Er is vervolgonderzoek nodig naar de effecten van metacognitieve training in verschillende vakgebieden.
- Op de lange termijn zou vervolgonderzoek naar de effecten van schoolbrede implementatie van systematische stimulering van metacognitieve vaardigheden wenselijk zijn.



## Referenties

- Ashman, A. F. & Conway, R. N. (1993). Teaching students to use process-based learning strategies and problem solving strategies in mainstream classes. *Learning and Instruction*, 3, 73-92.
- Azevedo, R., Greene, J. A., & Moos, D. C. (2007). The effect of a human agent's external regulation upon college students' hypermedia learning. *Metacognition and Learning*, 67-87.
- Azevedo, R. (2005). Computer Environments as Metacognitive Tools for Enhancing Learning. *Educational Psychologist*, 40, 193-197.
- Azevedo, R. (2007). Understanding the complex nature of self-regulatory processes in learning with computer-based learning environments: An introduction. *Metacognition and Learning*, 2, 57-65.
- Bannert, M. (2006). Effects of Reflection Prompts when Learning with Hypermedia. *Journal of Educational Computing Research*, 35, 359-375.
- Bannert, M., Mengelkamp, C., (2008). *Metacognition and Learning*, 3(1), 39-58.
- Bannert, M., Hildebrand, M., Mengelkamp, C. (2009). Effects of a metacognitive support device in learning environments. *Computers in human behavior*, 25(4), 829-835.
- Blok, H., Oostdam, R., & Peetsma, T. (2006). *Het nieuwe leren in het basisonderwijs; een begripsanalyse en een verkenning van de schoolpraktijk*. Amsterdam: SCO Kohnstamm Instituut van de Faculteit der Maatschappij- en Gedragswetenschappen, Universiteit van Amsterdam.
- Brown, A. L. & DeLoache, J. S. (1978). Skills, plans, and self-regulation. In R.S.Siegler & R. S. Siegler (Eds.), *Children's thinking: What develops?* (pp. 3-35). Hillsdale, NJ England: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Clark, R.C. & Mayer, R.E. (2008) *E-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning*. Pfeiffer: San Francisco
- Desoete, A., Roeyers, H., & De Clercq, A. (2003). Can offline metacognition enhance mathematical problem solving? *Journal of Educational Psychology*, 95, 188-200.

- Dignath, C. & Buttner, G. (2008). Components of Fostering Self-Regulated Learning among Students. A Meta-Analysis on Intervention Studies at Primary and Secondary School Level. *Metacognition and Learning*, 3, 231-264.
- Dignath, C., Buttner, G. & Langveldt, H. (2008). How can primary school students learn self-regulated learning strategies most effectively? A meta-analysis on self-regulation training programmes. *Educational Research review*, 3, 101-129.
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., Prentice, K., Burch, M., Hamlett, C. L., Owen, R. et al. (2003). Enhancing third-grade student' mathematical problem solving with self-regulated learning strategies. *Journal of Educational Psychology*, 95, 306-315.
- Graesser, A. C., Wiley, J., Goldman, S. R., O'Reilly, T., Jeon, M., & McDaniel, B. (2007). SEEK web tutor: Fostering a critical stance while exploring the causes of volcanic eruption. *Metacognition and Learning*, 2, 89-105.
- Harskamp, E. & Suhre, C. (2007). Schoenvelds problem solving theory in a student controlled learning environment. *Computers & Education*, 49, 822-839.
- Hegarty, M., Mayer, R. E., & Monk, C. A. (1995). Comprehension of arithmetic word problems: A comparison of successful and unsuccessful problem solvers. *Journal of Educational Psychology*, 87, 18-32.
- Helms-Lorenz, M. & Jacobse, A. E. (2008). Metacognitive skills of the gifted from a cross-cultural perspective. In F.Shaughnessy, M.V.J.Veenman, & C.Kleyn-Kennedy (Eds.), *Meta-cognition: A recent review of research, theory, and perspectives* (pp. 3-43). Hauppauge: Nova Science Publishers.
- Hohn, R. L. & Frey, B. (2002). Heuristic Training and Performance in Elementary Mathematical Problem Solving. *Journal of Educational Research*, 95, 374.
- Inspectie van het Onderwijs (2008). *Basisvaardigheden rekenen-wiskunde in het basisonderwijs*.
- Jacobse, A. E. (2007). *De Takentrap. Training van metacognitieve vaardigheden bij leerlingen in het basisonderwijs*. Groningen: GION.
- Jitendra, A. K. (2002). Teaching students math problem solving through graphic representations. *Teaching Exceptional Children*, 34(4), 34-38.
- Kramarski, B., Mevarech, Z. R., & Arami, M. (2002). The effects of metacognitive instruction on solving mathematical authentic tasks. *Educational Studies in Mathematics*, 49, 225-250.

- Kramarski, B.; Gutman, M. (2006). *Journal of Computer Assisted Learning*, 22 (1), 24-33.
- Leutner, D., Leopold, C., & Den Elzen-Rump, V. (2007). Self-regulated learning with a text-highlighting strategy: A training experiment. *Zeitschrift für Psychologie/Journal of Psychology*, 215, 174-182.
- Mathan, S., Koedinger, K.R. (2005). Fostering the Intelligent Novice: Learning From Errors With Metacognitive Tutoring. *Educational Psychology*, 40 (4), 257–265.
- Mevarech, Z. & Kramarski, B. (1997). IMPROVE: A multidimensional method for teaching mathematics in heterogeneous classrooms. *American Educational Research Journal*, 34, 365-394.
- Mevarech, Z. R. & Amrany, C. (2008). Immediate and Delayed Effects of Metacognitive Instruction on Regulation of Cognition and Mathematics Achievement. *Metacognition and Learning*, 3, 147-157.
- Mevarech, Z. R. & Kramarski, B. (2003). The effects of metacognitive training versus worked-out examples on students' mathematical reasoning. *British Journal of Educational Psychology*, 73, 449-471.
- Pintrich, P. R. (2000). Issues in self-regulation theory and research. *Journal of Mind and Behavior*, 21, 213-219.
- Pol, H.J., Harskamp, E.G., Suhre, C.J.M., Goedhart, M.J. (2009). How indirect supportive digital help during and after solving physics problems can improve problem-solving abilities. *Computers & Education* 53(1), 34-50.
- Pol, H., Harskamp, E., & Suhre, C. (2005). Solving physics problems with the help of computer-assisted instruction. *International Journal of Science Education*, 27, 451-469.
- Raven, J.C., Court, J.H., & Raven, J. (1996). *Manual for Raven's progressive matrices and vocabulary scales*. Section 3: Standard progressive matrices. Oxford: Oxford Psychologist Press.
- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In D.A.Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching*. (pp. 224-270). New York: McMilan Publishing.
- Schraw, G. (2007). The use of computer-based environments for understanding and improving self-regulation. *Metacognition and Learning*, 2, 169-179.

- Schunk, D. H. & Zimmerman, B. J. (1994). *Self-regulation of learning and performance: Issues and educational applications*. Hillsdale, NJ, England.
- Teong, S.K. (2003). The effect of metacognitive training on mathematical word-problem solving. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19, 46–55.
- van der Stel, M. & Veenman, M. V. J. (2008). Relation between intellectual ability and metacognitive skillfulness as predictors of learning performance of young students performing tasks in different domains. *Learning and Individual Differences*, 128-134.
- Veenman, M. V. J., van Hout-Wolters, B. H. A. M., & Afflerbach, P. (2006). Metacognition and learning: conceptual and methodological considerations. *Metacognition and Learning*, 1, 3-14.
- Veenman, M. V. J., Kerseboom, L., & Imthorn, C. (2000). Test anxiety and metacognitive skillfulness: Availability versus production deficiencies. *Anxiety, Stress & Coping*, 13, 391.
- Veenman, M. V. J., Kok, R., & Blöte, A. W. (2005). The Relation Between Intellectual and Meta-cognitive Skills in Early Adolescence. *Instructional Science: An International Journal of Learning and Cognition*, 33, 193.
- Verschaffel, L., De Corte, E., Lasure, S., Van Vaerenbergh, G., Bogaerts, H., & Ratinckx, E. (1999). Learning to solve mathematical application problems: a design experiment with fifth graders. *Mathematical thinking and learning*, 1, 195-229.
- Xin, Y. P., Jitendra, A. K., & Deatline-Buchman, A. (2005). Effects of mathematical word problem solving instruction on students with learning problems. *Journal of Special Education*, 39(3), 181-192.
- Zimmerman, B. J. (2008). Investigating self-regulation and motivation: Historical background, methodological developments, and future prospects. *American Educational Research Journal*, 45, 166-183.
- Zion, M., Michalsky, T., & Mevarech, Z. (2005). *International Journal of Science Education*, 27 (8), 957-983.

## Bijlage 1 Observatieschema Metacognitieve Instructie

<b>Naam leerkracht:</b>		<b>Groep:</b>			
<b>Datum:</b>		<b>Controle of trainingsgroep:</b>			
<b>Aanvang les/ einde les:</b>		<b>Observator:</b>			
<b>Voorbereiding</b>					
1.	<i>De Takentrap-poster is opgehangen / afgebeeld</i>	nee			ja
2.	<i>De poster is goed zichtbaar voor de leerlingen</i>	nee	deels		ja
3.	<i>De leerlingen hebben hun eigen Takentrap voor zich</i>	nee	deels		ja
<b>Terugblik</b>					
4.	De leerkracht haalt de benodigde voorkennis van de rekenstof op	0	1	2	3
5.	De leerkracht zegt iets over de werkwijze naar aanleiding van de vorige keer.	0	1	2	3
<b>Presentatie / Instructie</b>					
6.	De leerkracht geeft aan wat de inhoud van de les is	0	1	2	3
7.	<i>De leerkracht gebruikt tijdens de instructie de Takentrap</i>	0	1	2	3
8.	Tijdens de instructie doet de leerkracht kort iets voor en laat daarbij zien welke strategieën hij gebruikt om tot een antwoord te komen.	0	1	2	3
9.	Tijdens de instructie stimuleert de leerkracht leerlingen om na te denken over geschikte strategieën voor de les	0	1	2	3
10.	Bij het voordoen denkt de leerkracht hardop	0	1	2	3
11.	De leerkracht besteedt tijdens de instructie aandacht aan hoe leerlingen zich moeten oriënteren op een taak.	0	1	2	3
12.	De leerkracht besteedt tijdens de instructie aandacht aan de vraag welk rekenplan (manier van rekenen) geschikt is voor de sommen.	0	1	2	3
13.	De leerkracht besteedt tijdens de instructie aandacht aan het feit dat het verstandig is dat leerlingen hun antwoorden controleren voor ze verder gaan.	0	1	2	3
14.	De leerkracht controleert of leerlingen snappen wat ze moeten doen.	0	1	2	3

**Inoefening / Verwerking**

- |     |   |   |   |   |   |
|-----|---|---|---|---|---|
| 15. | De verwerkingsopdracht is vergelijkbaar met de instructie   | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 16. | De leerkracht vraagt niet alleen om een antwoord, maar vraagt de leerlingen ook om de berekening op te schrijven (klad of in het schrift)   | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 17. | De leerkracht houdt de leerlingen tijdens het zelfstandig werken in de gaten en geeft op eigen initiatief hulp  | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 18. | Tijdens het zelfstandig werken, begeleidt de leerkracht leerlingen niet alleen door het antwoord te geven maar ook door aanwijzingen te geven over het proces (hoe pak je het aan). | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 19. | <i>De leerkracht gebruikt de Takentrap bij hulpvragen.</i>  | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 20. | De leerkracht biedt leerlingen de gelegenheid elkaar te helpen bij het maken van de opdrachten  | 0 | 1 | 2 | 3 |

**Afronding/ Terugkoppeling**

- |     |  |   |   |   |   |
|-----|--|---|---|---|---|
| 21. | De opdrachten worden (deels) nabesproken   | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 22. | Bij het nabespreken gebruikt de leerkracht de Takentrap  | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 23. | Bij het nabespreken besteedt de leerkracht niet alleen aandacht aan de antwoorden maar ook aan de manier waarop de leerlingen er aan zijn gekomen. | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 24. | De leerkracht geeft leerlingen voldoende tijd om na te denken en te reageren   | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 25. | De leerkracht geeft positieve feedback   | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 26. | De leerkracht ordent en vat samen  | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 27. | De leerkracht reflecteert op de les: wat ging goed en wat kan de volgende keer beter   | 0 | 1 | 2 | 3 |

**De leerlingen**

- |     |   |   |   |   |   |
|-----|---|---|---|---|---|
| 28. | De leerlingen hebben een oplettende houding tijdens de instructie       | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 29. | <i>De leerlingen gebruiken bij het zelfstandig werken hun Takentrap</i> | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 30. | De leerlingen werken over het algemeen effectief aan hun taak           | 0 | 1 | 2 | 3 |

## Bijlage 2 Logboekformulier

<b>Naam leerkracht:</b>	<b>Groep:</b>
<b>Datum:</b>	<b>Controle of trainingsgroep:</b>
<b>Aanvang les/ einde les</b>	

### Logboek

1. *Hoe verliep de les over het algemeen?*

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. *Hoe reageren de leerlingen op de Takentrap-materialen (proberen ze het eerst zelf met hun trap voor hulp te vragen, kennen ze de stappen al etc.?)*

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. *Waren er verdere bijzonderheden tijdens de les?*

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## Metacognitieve Training in het Basisonderwijs

Dit is het verslag van een onderzoek naar de effecten van een training in metacognitieve vaardigheden op het probleemoplossen van leerlingen. Metacognitieve vaardigheden zijn vaardigheden op meta-niveau waarmee leerlingen hun leren kunnen reguleren. Ze stellen leerlingen bijvoorbeeld in staat zich goed te oriënteren op een taak, een plan te maken of te evalueren en reflecteren bij het uitvoeren een taak. Dergelijke vaardigheden zijn zeer belangrijk in het licht van de huidige aandacht voor zelfregulerend leren. Bovendien is uit onderzoek bekend dat goede metacognitieve vaardigheden een positief effect kunnen hebben op leerprestaties. Dergelijke vaardigheden blijken met name bruikbaar voor de uitvoering van toepassingsopgaven rekenen. Veel leerlingen lopen hierbij vast in hun manier van probleemoplossen. Dit maakt duidelijk dat er behoefte is aan een eenvoudige werkwijze waarop leerkrachten en leerlingen meer aandacht kunnen besteden aan metacognitieve vaardigheden in het rekenonderwijs.

In het onderzoek zijn de effecten onderzocht van metacognitieve training in de klas en van een computerprogramma met metacognitieve hints. Hierbij werd aandacht besteed aan het oriënteren op een taak, het maken van een plan, evalueren van het antwoord en reflecteren op het leerproces volgens de stappen van een metacognitieve systematiek genaamd “de Takentrap”. Met behulp van de Takentrap leren leerlingen uit de bovenbouw hun aanpak bij rekenen bij te sturen door de metacognitieve lessen en de metacognitieve hints in het computerprogramma. Dit blijkt grote positieve effecten te hebben op het probleemoplossen van leerlingen. Bij zowel losstaande toepassing van de klassikale instructie als van het computerprogramma zijn gemiddelde tot grote effecten te zien op rekentoetsen met toepassingsopgaven. Hieruit blijkt dat metacognitieve vaardigheden waardevol zijn voor het stimuleren van rekenprestaties op de basisschool. Uit het onderzoek met een gecombineerd aanbod van beide facetten van de training blijkt echter dat bepaalde condities gewaarborgd moeten zijn voor effectieve uitvoering van metacognitieve training. In het rapport worden conclusies en praktische aanbevelingen besproken.

